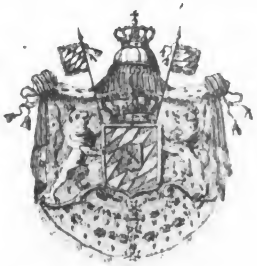
Digitized by Google

A. Hyde.
4m



BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die
Gewässer und der Wasserbau
der
Binnenlande
in
naturwissenschaftlicher, technischer und staatswirthschaftlicher Beziehung,
oder
systematische Darstellung der Grundsätze, nach welchen alle nicht am Meere gelegene Wasserbauten zu entwerfen und auszuführen sind,
für
Verwaltungs- und Wasserbaubeamte, Land- und Staatswirthe, Hydrographen und Geologen.

Von

Karl Arnd,

Kurhessischem Wasserbaumeister und Straßenbauingenieur, der Commission zur Prüfung der Bewerber um Landmesserstellen, der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde und des Altenburgischen Kunst- und Handwerksvereins wirklichem, so wie der Frankfurtischen Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste ꝛc. korrespondirendem Mitgliede.

Mit drei Steintafeln.

Hanau.
Verlag von Friedrich König.

1831.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede.

Meine bisherigen Geschäfte beim Wasserbaue und meine Verbindung mit Männern dieses Faches aus verschiedenen Ländern machten mir das Bedürfniß einer zeitgemäßen Darstellung der Wasserbaukunde immer mehr fühlbar; so reichhaltig auch die Literatur dieses Gegenstandes ist, so fanden wir doch darin nur selten einen brauchbaren Rath.

Auf der einen Seite enthält diese Literatur eine Theorie, welche auf Versuche im Kleinen gestützt und mit scharfsinniger Anwendung des Calkuls Resultate liefert, welche mehr der reinen Spekulation, als dem Leben angehören; andererseits enthält sie eine Menge praktischer Anweisungen, welche zwar für einzelne Fälle recht gute Methoden angeben, bei dem Mangel an allgemeinen Grundsätzen aber den auf sie Vertrauenden in allen übrigen ohne alle Stütze lassen.

Digitized by Google

Unterdessen hat die physikalische Erdkunde auch die Natur der Gewässer mehr im Großen erforscht, und hierdurch kräftig vorgearbeitet zu einer ihrer Bestimmung mehr angemessenen Theorie der Wasserbaukunde. Es blieben ferner die staatswirthschaftlichen Rücksichten von den Technikern und die technischen von den Staatswirthen zu wenig beachtet, wodurch es namentlich noch nie zu einer naturgemäßen Wasserbau-Gesetzgebung kommen wollte; ja, der Uebertragung der Wasserbaugeschäfte in vielen Ländern nach, scheint man daselbst gar nicht zu wissen, daß der Wasserbau, als das schwierigste der Baufächer, am meisten hierzu vorzüglich befähigte und besonders dafür gebildete Männer bedarf, und sein Gegenstand von dem ästhetischen Theile der Baukunst dermaßen verschieden ist, daß nur zufällig und sehr selten zu beiden derselbe Mann brauchbar ist.

Betrachtete ich die große Einwirkung, die eine, die heutigen Bedürfnisse befriedigende, Wasserbaukunde auf die allgemeine Wohlfahrt ausüben müßte, so wünschte ich mir oft Erfahrungen in allen mannigfaltigen Zweigen derselben, ich wünschte mir die vollständigste Bekanntschaft mit allen bisher ausgeführten Werken und ausgedachten Theorien; dann eine Menge Zeit, um alles hierzu Geeignete zu einem Systeme zu ordnen; allein alles dieses wurde mir nur in einem sehr eingeschränkten Maase zu Theil. Das, was ich hier biete, entspricht daher nur so weit meinem Ideale, als dies jene Beschränkung gestattete; sein Verdienst liegt mehr in der Grundidee, als in deren Verwirklichung; ich mußte, mitten zwischen den älteren Theoretikern und den neueren

Digitized by Google

Empirikern hindurch eine neue Bahn brechend, viele Hülfskenntnisse aus der Naturkunde und der Staatswirthschaft dem Gegenstande aneignen oder auch sie neu entdecken; ja, hat man sie gekannt, so war es ohne mein Wissen; die Naturgesetze, nach welchen sich die Profile mit den Fluthmassen in ein gewisses Verhältniß setzen, jene über die Bildung der Flußkrümmungen, über den Eisgang ꝛc., über den Werth dieses mir Eigenthümlichen erwarte ich das Urtheil des Publikums.

Möchte meine Bemühung eine Ermunterung zur vollständigeren Bearbeitung dieses wichtigen Gegenstandes für solche sein, deren Verhältnisse hierzu günstiger als die meinigen sind.

Bis zu dieser vollständigeren Bearbeitung, hoffe ich, werden diese Blätter, obwohl sie zunächst für die weitere Ausbildung der Wissenschaft bestimmt sind, dem Staatswirthe den ihm nothwendigen Ueberblick über das Gebiet derselben, und dem Praktiker einigen Rath bei seinen verschiedenen Unternehmungen gewähren.

Dem Plane derselben gemäß, mußten die zur Ausübung nöthigen Grundkenntnisse über das Messen und Nivelliren, über die Construktion der gewöhnlicheren Bauwerke ꝛc. übergangen werden; zur Erwerbung derselben kann ich folgende Werke empfehlen:

1) A. L. Crelle Handbuch des Feldmessens und Nivellirens in den gewöhnlichen Fällen. Berlin.

Digitized by Google

2) J. A. Eytelwein praktische Anweisung zur Construktion der Faschinenwerke. Berlin.

3) Desselben praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, 1, 2. und 3tes Heft. Berlin bei Reimer.

Hanau, den 1. Juni 1831.

Digitized by Google

Inhalt.

Einleitung.

Einfluß der Wasserbaukunde auf die fortschreitende Kultur — Anforderungen unseres Zeitalters an die Wasserbaukunde . . . . . Seite 1

Erster Abschnitt.

Versuch einer Naturbeschreibung der Gewässer, zur Begründung einer naturwissenschaftlichen Theorie der Wasserbaukunde.

§. 1. Natürliche Eigenschaften des Wassers 10
„ 2. Das Wasser im Meere und in der Atmosphäre — Niederschläge 14
„ 3. Die Erdfläche 20
„ 4. Unterirdische Gewässer — Quellen 22
„ 5. Die Gewässer auf der Oberfläche der Erde . . . 26
„ 6. Flußgebiete 31
„ 7. Verschiedenheit der Wassermengen in den Flußbetten . 32
„ 8. Verhältniß der Profile zu den Fluthmassen der Flüsse . 35
„ 9. Direktionslinie der Flüsse 39
„ 10. Ungleichheit der Profile 44
„ 11. Vereinigung mehrerer Flüsse — Deltas 46
„ 12. Vegetation in den Flußbetten 50
„ 13. Ablagerung 51
„ 14. Eisgang 53

Zweiter Abschnitt.

Staatswirthschaftliche Grundsätze für alle Arten von Wasserbau-Unternehmungen . . . 56

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zum unmittelbaren Gebrauche in den Haushaltungen und bürgerlichen Gewerben.

§. 1. Aufzählung der künstlichen Mittel zur Herbeischaffung des für die Haushaltungen nöthigen Wassers . . . Seite 61
„ 2. Verschiedene Güte des Wassers 61
„ 3. Zutragen des Wassers 63
„ 4. Zuleitung von Quellen 63
„ 5. Anlegung gegrabener Brunnen 71
„ 6. Artesische Brunnen 75
„ 7. Zuführung des Wassers aus Flüssen 76
„ 8. Auffammeln von Regenwasser 77
„ 9. Untersuchung über die Wahl der verschiedenen Arten der Herbeischaffung des betreffenden Wassers . . . 78
„ 10. Zuleitung des für den Betrieb bürgerlicher Gewerbe nöthigen Wassers 80

Vierter Abschnitt.

Verwahren der kultivirten Bergflächen gegen das Abflößen der sie bedeckenden Dammerde 82

Fünfter Abschnitt.

Flußbau.

§. 1. Einleitung 87
„ 2. Maasregeln zum Zurückhalten des Flußmateriales . . 92
„ 3. Maasregeln zur vollständigeren Abführung des Flußmateriales und der Fluthen 97
A. Ausbrechen der Felsen 98
B. Durchstechung der Krümmungen 98
C. Einschränkung der Breite 111
D. Entfernung von Sandbänken, Inseln und konveren Ufern 115
E. Austiefung der Sohle der Betten . . . 118
F. Entfernung der nachtheiligen Vegetation . . 121
„ 4. Bewallung der Ufer — Flußdeichbau 121
„ 5. Uferschutz — Construktion der Flußbauwerke . . . 127
A. Strauchweidenpflanzung 129
B. Uferbauwerke 133
„ 6. Der Rhein 110

Sechster Abschnitt.

Entwässerung der Sumpfflächen.

§. 1. Einleitung 148

Digitized by Google

§. 2. Entwässerung durch bessere Benutzung des natürlichen Gefälles . . . . . Seite 152
„ 3. Entwässerung von Sümpfen, welche von höheren Erdrücken eingeschlossen sind 154
„ 4. Entwässerungsgräben im Innern der Sümpfe . . . 158
„ 5. Vorbereitung der Sumpfflächen zur Erzielung landwirthschaftlicher Produkte 161
„ 6. Unterhaltung der Entwässerungsanstalten . . . 162
„ 7. Entwässerung durch Aufschlämmen 163

Siebenter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zur Bewässerung der Ländereien.

§. 1. Einleitung 165
„ 2. Art der Einwirkung der Bewässerung auf die Fruchtbarkeit der Wiesen 167
„ 3. Zuleitung des Bewässerungswassers 169
„ 4. Anstalten zur Ueberrieselung der Wiesenflächen . . 176
„ 5. Bewässerungsperioden 179
„ 6. Ausdehnung der Bewässerungsanstalten auf ganze Thäler und Gemeindemarkungen 181
„ 7. Ausdehnung derselben auf Acker- und Grabland . . . 182

Achter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen.

§. 1. Einleitung 184
„ 2. Rücksichten, welche bei der Anlegung der Staue auf die Entwässerung der Flußgebiete zu nehmen sind . . . 187
„ 3. Lage, Größe und Construktion der Stauwerke . . . 191
„ 4. Oekonomischer Effekt der Benutzung des Gefälles der Gewässer zum Betriebe von Maschinen 200

Neunter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zur Binnenschifffahrt.

§. 1. Einleitung 201
„ 2. Hindernisse der Flußschifffahrt und deren Entfernung . 205
„ 3. Schifffahrtschleußen 210
„ 4. Rücksichten, welche bei der Schiffbarmachung der Flüsse auf den Fluthstrom und den Eisgang zu nehmen sind . . 215
„ 5. Anlegung von Schifffahrtskanälen 217
„ 6. Oekonomischer Effekt der Schifffahrt — Verhältniß zwi-

Digitized by Google

schen der Flußschifffahrt, der Kanalschifffahrt und dem Landtransporte . . . . . Seite 221
§. 7. Schiffahrtsystem 225

Zehnter Abschnitt.

Grundsätze und Vorschläge zu einem, dem gegenwärtigen Culturstande entsprechenden, Wasserbaugesetze.
§. 1. Einleitung 226
„ 2. Allgemeine Grundsätze für das Wasserbaugesetz . . 228
„ 3. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Unterhaltung der natürlichen Flußbette und deren Ufer . . 236
„ 4. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Bewallung der Niederungen zum Schutze gegen Ueberschwemmungen 239
„ 5. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Entwässerung der Sumpfflächen 240
„ 6. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Benutzung des Wassers zur Haushaltung und zum Betriebe bürgerlicher Gewerbe 242
„ 7. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Beschützung der Dammerde der an Bergen gelegenen Grundstücke gegen das Abflößen derselben 243
„ 8. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Bewässerung der Ländereien 243
„ 9. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Erleichterung und Ausdehnung der Schifffahrt . . . 245
„ 10. Gesetzliche Bestimmungen für die Anlegung von Stauen in den Betten der Bäche und Flüsse, so wie für die Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen . . 246
„ 11. Organisation der Wasserbaubehörde 247

Digitized by Google

Einleitung.

Einfluß der Wasserbaukunde auf die fortschreitende Kultur — Anforderungen unseres Zeitalters an die Wasserbaukunde.

Betrachten wir den Menschen im Einzelnen, oder im gesellschaftlichen Verbande, so erscheint uns das Wasser bald als eine Bedingung seiner Existenz und äußeren Wohlfahrt, bald als ein Hinderniß derselben; betrachten wir ihn in allen seinen Verrichtungen, so steht ihm dieses Element allenthalben entweder fördernd oder störend zur Seite: ja oft scheint es ihm die Hand zu bieten zur Ausübung seines erhabensten Berufes, zur Beherrschung der willenlosen Natur.

Die meisten jener Vortheile, welche dem Menschen mittelst des Wassers zu Theil werden, bietet die Natur ihm zwar freiwillig dar, doch viele andere derselben muß er sich durch seine eigenen Körper- und Geisteskräfte erringen.

Ebenso kann er zwar vielen Nachtheilen entgehen, womit ihn das Wasser bedroht, wenn er sich auf Stellen aufhält, die schon von der Natur gegen sie geschützt sind; allein an vielen andern bedarf er die ganze Kraft seines Geistes, um sich gegen selbe zu verwahren.

So sehr daher auch der Mensch im rohen Naturzustande und in gering bevölkerten Gegenden sie entbehren kann, so nöthig sind ihm in kultivirten und stark bevölkerten Gegenden diejenigen Kenntnisse, wodurch er sich einerseits allenthalben jene Vortheile zu verschaffen vermag, die die möglichst ausgedehnte Benutzung des Wassers für seine Zwecke darbietet und wodurch

Digitized by Google

andererseits die möglichst vollständige Abwendung der von demselben herrührenden Nachtheile erzielt werden kann.

Die an Quellen angelegten Niederlassungen fanden zwar den zum Trinken und in ihren Haushaltungen nöthigen Wasserbedarf in ihrer Nähe; so wie die an Bächen und Flüssen Wohnenden sich das zum Betriebe ihrer Gewerbe nöthige Wasser ohne künstliche Hülfsmittel leicht verschaffen konnten: allein es entstanden auch Ansiedlungen an Orten, wo diese natürlichen Wasservorräthe fehlten; oder es vergrößerten sich einzelne Wohnsitze dermaßen, daß ihr nrsprünglich hinreichender Wasservorrath das dadurch ebenfalls vergrößerte Bedürfniß nicht länger befriedigen konnte.

Dadurch wurden künstliche Maasregeln zur Herbeischaffung dieses verschiedenen Wasserbedarfs nothwendig, durch deren mehr oder weniger geschickte Anwendung die Wohlfahrt der Bevölkerung dieser verschiedenen Wohnsitze mehr oder weniger gefördert werden mußte: oft hing selbst das Gedeihen bürgerlicher Gewerbe vom Dasein des zu ihrem Betriebe nöthigen Wassers ab.

Auch in Beziehung auf die zu befürchtenden Ueberschwemmungen hatte ein Wohnsitz vor dem andern Vorzüge; die ersten Ansiedler ließen sich daher nur an solchen Stellen nieder, welche von dem austretenden Wasser der Flüsse und des Meeres nicht erreicht wurden, und so lange diese Niederlassungen für die Bevölkerung hinreichten, hatten sie noch keine künstlichen Schutzmittel gegen deren Verheerungen nothwendig. Man nahm indessen bald wahr, daß die Niederungen fruchtbareren Boden enthielten, als die Berggegenden, und daß die Flüsse den Transport mittelst der Schifffahrt sehr erleichterten, und entschloß sich bei zunehmender Bevölkerung sehr bald zu Ansiedelungen daselbst, und zu Schutzmaasregeln gegen den periodischen Andrang der Fluthen.

Diese Maasregeln beschränkten sich auf einfache Wälle, die man auf der niedrigsten Seite der Niederlassung, oder längs der Ufer der Flüsse aufwarf, und wodurch man dem Vordringen

Digitized by Google

der Fluthen Grenzen setzte: diese Wälle oder Deiche gehörten zu den ersten Versuchen der Menschen, das ursprüngliche Verhältniß zwischen Fluß und Flußgebiet aufzuheben, und begründeten den später weiter ausgebildeten Deichbau. Es ist einleuchtend, daß bei diesen ersten Schutzanstalten nur das augenblickliche Bedürfniß ins Auge gefaßt worden, also der Einfluß, den diese Bewallungen auf den Fluß oder auf die umwallte Gegend, oder den übrigen Theil des Flußgebietes in der Folge ausüben würde, nicht berücksichtigt werden konnte. Es wurden daher durch dieselben vielen Gegenden spätere große Nachtheile bereitet, welche zu entfernen ein tiefes Eindringen in die Wechselverhältnisse zwischen Fluß und Flußgebiet erforderte; eine Aufgabe, welche zu lösen den folgenden Generationen noch nicht vollständig gelungen ist; wodurch aber die den Ueberschwemmungen ausgesetzten Niederungen vortheilhafter benutzt und nicht länger ihren Bewohnern ein Aufenthalt fortwährender Besorgnisse und Gefahren sein werden.

Aehnlich diesen, periodischen Ueberschwemmungen unterworfenen Flächen sind jene, welche entweder beständig, oder während des größten Theiles des Jahres mit Wasser bedeckt sind — die Sümpfe; auch diese haben gewöhnlich einen mit Humus reich vermengten Boden und werden nach ihrer Befreiung von dem sie bedeckenden Wasser zu fruchtbaren Ländereien, welche durch reichlichen Ertrag die Grundlage der Existenz einer zahlreichen Bevölkerung werden; während durch dieselbe Maasregel die aus ihnen aufsteigenden und die ganze Umgegend verpestenden Dünste zum Wohle aller Anwohner entfernt werden.

Es gehört zu den Eigenthümlichkeiten der Flüsse, daß sie ihre Betten da, wo sie nicht zwischen festen Felsenmassen eingeschlossen sind, beständig fortrücken; indem sie von dem einen Ufer Erde abnagen, während sie an das gegenüberliegende dergleichen ansetzen. Hierdurch geht zwar keine Fläche verloren, allein in kultivirten Ländern sind dadurch die an die Ufer gemachten Pflan-

Digitized by Google

zungen und die daselbst errichteten Gebäude fortwährend der Gefahr ausgesetzt, von den herannahenden Fluthen verschlungen zu werden: auch wurden durch die Ausbildung der gesellschaftlichen Verhältnisse die verschiedenen Theile der die Ufer begränzenden Flächen Eigenthum von bestimmten Personen, welche dasselbe gegen alle Zufälle gesichert wissen wollten.

Nur Maasregeln der Uferbefestigung können diese gewünschte Sicherung verschaffen: je höher aber die Kultur steigt, desto mehr werden die Erdstreifen, welche die Flüsse begränzen, im Werthe steigen, und desto mehr wird sich das Eigenthumsrecht auf sie befestigen; desto mehr wird daher auch dessen Garantie gegen alle Arten von Räubern in Anspruch genommen werden.

Bei der fortschreitenden Vermehrung der Bevölkerung reichen in Gebirgsgegenden die ebenen Flächen zur Erzielung der Acker- und Gartengewächse nicht hin, und man muß daselbst auch häufig seine Zuflucht zu den Bergflächen nehmen; ja diese Bergflächen haben beim Weinbau noch große Vorzüge vor den Ebenen. Die Kultur dieser Gewächse erfordert aber eine obere Erdschichte, welche locker und mit Humus reich gemengt ist; diese Erdschicht ist daher dem Abflößen durch das bei Regengüssen die Bergflächen in Menge und mit großer Geschwindigkeit überströmende Wasser sehr unterworfen; sehr nützlich sind daher Maasregeln, wodurch dieses Abflößen vermindert oder aufgehoben wird; und da der Ertrag dieser Flächen von der Erhaltung dieser Erdschicht ganz abhängt, so hängt er weiter zum großen Theile von diesen Schutzanstalten ab, welche sonach ebenfalls ein wohlthätiges Feld der Einwirkung der Wasserbaukunde auf den Wohlstand und die Bevölkerung der Länder darbieten.

Beobachten wir einen umsichtigen Landwirth, bei der verschiedenartigen Benutzung der verschiedenen, seiner Bewirthschaftung unterworfenen Flächen, so werden wir finden, daß er bei der Wahl des Standortes jeder Gattung seiner Gewächse auf den zu jeder ihrer Wachsthumsperiode nöthigen Grad von Feuch-

Digitized by Google

tigkeit Rücksicht nimmt, und sie so auf seiner Fläche vertheilt, daß ihnen sämmtlich nach diesem Standorte und der muthmaßlichen Witterung, diese Feuchtigkeit zu Theil wird. Allein oft machen Abweichungen der wirklich eintretenden Witterung alle seine Berechnungen fruchtlos: er muß beim Ausbleiben des erwarteten Regens seine Pflanzungen verdorren, oder bei dem Nichteintreten der gehofften Abtrocknung sie verfaulen sehen.

Vergleichen wir den Ertrag der nichtbewässerten mit jenen der bewässerten Wiesen, so finden wir, daß letzterer häufig das Doppelte und Dreifache von ersterem beträgt; während durch einige Ausdehnung der Bewässerungsanstalten die meisten unbewässerten Wiesen mittelst eines verhältnißmäßig sehr kleinen Aufwandes ebenfalls bewässert werden könnten.

Wir finden in der Lombardie die Bewässerung des Grabbandes mit sehr gutem Erfolge angewendet. Eine weitere Vervollkommnung der Landwirthschaft wird auch bei uns dahin führen, daß in den dazu günstigen Oertlichkeiten, durch hierzu geeignete Anstalten, nicht nur die Wiesen weit allgemeiner bewässert, sondern auch allen andern Grundstücken, sie mögen zu Acker- oder Grabland bestimmt sein, diejenige Feuchtigkeit ertheilt werde, welche die auf ihnen befindlichen Gewächse in jeder ihrer Wachsthumperioden bedürfen, und daß die damit in Verbindung zu bringenden Entwässerungsanstalten das diesen Gewächsen schädliche stehende Wasser zu allen Zeiten abgeführt werden kann.

Welche Vortheile hierdurch die Landwirthschaft erlangen, welche Vermehrung der Erzeugnisse, der Bevölkerung und des Nationalreichthumes hierdurch demjenigen Staate zuwachsen würde, in welchem diese Anstalten allgemein eingeführt würden, werden wir erst dann gehörig würdigen, wenn wir bedenken, daß dieselben hauptsächlich auf den reinen Ertrag der Landwirthschaft einwirken würden, und daß dieser Ertrag die Hauptquelle des Wohlstandes aller Staaten bildet.

Jemehr die Kultur fortschreitet, jemehr sich das Gewerbswesen in einem Staate ausbildet, und jemehr sich Capita-

Digitized by Google

lien in ihm anhäufen, desto mehr werden dessen Bewohner die ursprünglichen menschlichen Verrichtungen andern Kräften (den Thieren und den Elementen) auflegen; dadurch werden sie immer mehr den reinen Ertrag ihrer Arbeiten vermehren und sich immer mehr als Beherrscher der organischen Natur und der Elemente beurkunden.

Dies wird aber nie mit größerem Vortheile geschehen, als wenn sie hierzu das Gefälle des Wassers benutzen; denn jede andere Kraft erfordert entweder mehr Aufwand für ihre Unterhaltung, oder sie ist weniger zuverlässig, als das Wasser; Thiere erfordern Nahrung, das Feuer, bei dessen Anwendung zum Betriebe der Dampfmaschinen, erfordert Brennmaterial, und der Wind weht nicht so beständig wie das Wasser heranströmt.

Man hat daher schon sehr frühe dieses Mittel, und besonders zum Mahlen des Getreides angewendet; dennoch wurde dasselbe noch nicht allenthalben vollständig benutzt, und es läßt sich die wohlthätige Einwirkung, welche es auf die Industrie auszuüben vermag, durch Hülfe der Wasserbaukunde noch sehr vermehren; entweder dadurch, daß an noch unbenutzte Gefälle Wasserräder unmittelbar angelegt werden, oder daß durch Ableitungen von Flußwasser in besondere wenig geneigte Gräben, das Gefälle eines Flusses auf einen Punkt gebracht, oder daß an vorhandenen Wasserrädern das Gefälle besser als bisher benutzt wird.

Ebenso wie der Mensch dem Wasser einen Theil seiner ursprünglichen Arbeiten bei der Anlegung hydraulischer Maschinen auflegt, so überträgt er ihm auch einen andern Theil dieser Arbeiten, bei dessen Benutzung zur Schifffahrt.

Ebenso wie das Wasser beim Betriebe von Maschinen, als die vortheilhafteste aller hierzu anwendbaren Kräfte erscheint, so erscheint es bei der Schifffahrt als das vortheilhafteste aller zum Transporte von Lasten anwendbaren Mittel. Dasselbe bot sich dem Menschen indessen, sobald er den Kahn erfunden hatte, durch bereits vorhandene schiffbare Gewässer von selbst dar;

Digitized by Google

allein er blieb hierbei nur auf diejenigen Richtungen beschränkt, welche die Lage jener Gewässer hatten, und selbst in diesen stieß er zuweilen auf Hindernisse, die die Schifffahrt entweder erschwerten oder unterbrachen; auch fanden sich an den Seeküsten nur wenige Stellen, die bei Stürmen den Fahrzeugen Sicherheit gewährten: wollte daher der Mensch diese natürlichen Vortheile mehr ausbreiten, so mußte er auch hier mit seinen Kenntnissen aus der Wasserbaukunde hervortreten, indem er entweder vorhandene Wasserstraßen vervollkommnete, oder neue anlegte; oder indem er die vorhandenen Sicherheitsbuchten (Häfen) verbesserte und neue herstellte. Jemehr die Kultur stieg, desto häufiger wurden Tausche zwischen den Produkten des Bodens und der Industrie verschiedener Länder, desto mehr vermehrten sich daher auch die Transporte von Lasten, und desto mehr stieg das Bedürfniß der Erleichterung und Ausbreitung der Schifffahrt: denn einerseits vermehrte sie durch die Erniedrigung der Transportkosten unmittelbar den Nationalreichthum, andererseits steigerte sie, durch die Vermehrung des Verkehrs die Kultur: darum hat man auch zu allen Zeiten und bei allen civilisirten Völkern die Schifffahrt als eines der wirksamsten Mittel der Kultur angesehen, während man freilich zuweilen die Vortheile der auswärtigen überschätzte, und die der Binnenschifffahrt nicht nach ihrem wahren Werthe würdigte.

So erscheint denn die Wasserbaukunde, nachdem sie so vielen Bedürfnissen der Menschen abzuhelfen, sie auf so mannigfaltige Art zu bereichern, und so manches Uebel von ihnen abzuwenden bestimmt war, endlich als Vermittlerin des Austausches ihrer Produkte und ihrer Kenntnisse und als Erleichtererin ihrer geselligen Verbindungen.

Soll die Wasserbaukunde den hier bezeichneten Einfluß auf die fortschreitende Kultur ausüben, soll dieselbe dem Bedürfnisse unserer Zeit entsprechen, so muß sie ein System von Grundsätzen und praktischen Hülfsmitteln aufstellen, durch welches alle

Digitized by Google

in ihr Gebiet gehörigen Aufgaben gelöst werden können. Diese Grundsätze können nur abgeleitet werden aus der Natur ihres Gegenstandes selbst: Dieser Gegenstand ist das Wasser, welches sich entweder im ruhigen oder bewegten Zustande auf der Erdfläche befindet, und welches mehr oder weniger mit fremden Mineralien gemischt erscheint: dieses Wasser wirkt beständig auf die Veränderung der Form dieser Erdfläche ein, so wie auf der andern Seite diese Erdfläche beständig auf Veränderungen in der Bewegung und Beschaffenheit des sie benetzenden Wassers hinwirkt.

Diese durch mancherlei Umstände modifizirte Wechselwirkung zwischen dem Wasser und der Erdfläche ist diejenige Naturerscheinung, deren möglichst genaue Kenntniß jeder Maasregel des Wasserbaues vorausgehen muß, wenn sie nicht in Gefahr gerathen soll, ihren Zweck zu verfehlen. Eine Darstellung dieser Wechselwirkung, oder eine Naturbeschreibung der Gewässer erscheint daher als erste Grundlage der gesammten Wasserbaukunde.

Haben wir uns hierdurch einen deutlichen Begriff von der Natur und Beschaffenheit des Gegenstandes der Wasserbaukunde verschafft, so bedürfen wir auch eine genaue Vorstellung von dem allgemeinen Zwecke alles dessen, was mittelst derselben bewirkt werden soll; dieser Zweck wird gewöhnlich mit dem Namen allgemeine Wohlfahrt bezeichnet; diese Bezeichnung ist jedoch zu allgemein, als daß sie nicht häufige Mißverständnisse zulassen sollte. Eine genaue Darstellung der mit demselben zu verbindenden Begriffe und die Aufstellung der allgemeinen Grundsätze, deren Befolgung dieser allgemeine Zweck des Wasserbaues bei der Projektion und Ausführung aller Arten von Wasserbauten erheischt, erscheint daher als zweite Grundlage für unser aufzustellendes System.

Erst nachdem diese beiden Grundlagen feststehen, können wir zur Entwerfung und Ausführung der verschiedenen einzelnen Bauwerke übergehen, indem uns hierbei beständig jene Grund-

Digitized by Google

sätze vorleuchten müssen; allein sehr häufig werden wir auf neue Schwierigkeiten stoßen.

Der Spielraum der meisten Wasserbauten ist das Eigenthum vieler Einzelnen, der durch sie zu erzielende Nutzen wird sehr häufig vielen Einzelnen zu Theil und die Ausführung muß oft auf Kosten vieler Einzelnen geschehen: oft wird ferner dasselbe Wasser von Mehreren zu denselben oder zu verschiedenen Zwecken in Anspruch genommen, und da sich eine Menge einzelner Interessen bei allem Diesen beständig durchkreuzen, und eine Vereinbarung durch die Interessenten selbst nie zu erwarten ist, so ist diese Vereinbarung mit besonderer Hinsicht auf die allgemeine Wohlfahrt, durch die Staatsbehörde, mittelst gesetzlicher Bestimmungen, zu bewirken.

Diese gesetzlichen Bestimmungen können jedoch nur auf den Grund der genauen Kenntniß des relativen Werthes aller Benutzungsarten des Wassers zu den verschiedenen menschlichen Zwecken und der relativen Größe des durch Wasserbauwerke zu entfernenden Schadens, so wie der verhältnißmäßigen Opfer und der zur Errichtung der verschiedenen Arten der Wasserbauwerke nothwendigen anderweitigen Bedingungen ertheilt werden.

Diese gesetzlichen Bestimmungen sind bei dem jetzigen Zustande der gesellschaftlichen Verhältnisse eine unerläßliche Bedingung der Erzielung der obenbeschriebenen Vortheile, welche die Wasserbaukunde verheißt, und der Mangel derselben ist die Hauptursache, aus welcher bisher diese Vortheile nicht in dem Maase erzielt wurden, wie dies die fortschreitende Kultur erheischte; sie gehören aber auch zu den schwierigsten Aufgaben der Staatsverwaltung.

In den folgenden Blättern hofft der Verfasser zur bessern Befriedigung dieser ebensowohl, wie zu jener der übrigen obenbezeichneten Anforderungen Einiges beizutragen.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Versuch einer Naturbeschreibung der Gewässer, zur Begründung einer naturwissenschaftlichen Theorie der Wasserbaukunde.

§. 1. Natürliche Eigenschaften des Wassers.

Das auf der Erdfläche allverbreitete Element, welches wir im tropfbarflüssigen Zustande Wasser nennen, gefriert bei niedriger Temperatur zu Eis, indem es sich um $^1/_9$ seines Umfanges ausdehnt und verwandelt sich bei hoher Temperatur in Dunst, während es seinen Umfang 1696mal vergrößert. Auch von der Temperatur des Gefrierens bis zu der des Siedens nimmt es um $^{46}/_{1000}$ an seinem Umfange zu und ist äußerst wenig elastisch.

Es hat unter allen mineralischen Körpern die kleinste Eigenschwere. Die Eigenschwere der porösen Erde verhält sich zu der seinigen, wie $1\,^1/_2$, die der meisten Steine wie 2 und die der dichteren Steine wie 4 zu 1.

Es ist sehr leichtflüssig und es setzen sich daher, wenn es auf allen Seiten am Fortbewegen verhindert wird, seine Theilchen auf der Oberfläche in das vollständigste Gleichgewicht; wodurch auf derselben eine vollkommen wagrechte, mit der Kugelfläche der Erde parallele Ebene entsteht.

Diese Herstellung des Gleichgewichtes dehnt sich auch auf mehrere Wasserflächen aus, wenn das sie bildende Wasser unterhalb in Verbindung steht.

Bei dieser großen Flüssigkeit ist es hauptsächlich seine Schwere, welche ihm seine Bewegung vorschreibt; es übt daher einen gewissen Druck gegen alle Hindernisse seiner Bewegung aus.

Digitized by Google

Sein Druck auf die Grundfläche der es einschließenden Gefäße ist bei jeder Form dieser Gefäße dem Gewichte derjenigen Wassermasse gleich, deren Kubikinhalt sich ergibt, wenn man seine Höhe mit dem Quadratinhalte dieser Grundfläche vermehrt, auch auf jeden einzelnen Punkt der Seitenwände und sogar den nach Oben gekehrten Seiten dieser Gefäße übt es denselben Druck aus; denn auch dieser wird durch die Vermehrung der senkrechten Höhe des Wasserspiegels über der gedrückten Fläche mit dem Inhalte derselben gefunden.

Mit diesem Drucke steht allenthalben jene Geschwindigkeit in einem gewissen Verhältnisse, mit welcher es aus den an den verschiedenen Stellen der es einschließenden Behälter angebrachten Oeffnungen ausströmt: es verhalten sich nämlich diese Geschwindigkeiten zu den senkrechten Höhen des Wasserspiegels über diesen Oeffnungen, wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen zum einfachen Betrage derselben.

Vermöge der Feinheit seiner Theilchen, und seiner Schwere; so wie seiner Anziehung (Adhäsion) zu den übrigen Substanzen, sucht das Wasser in die es berührenden Körper einzudringen; dies erfolgt dann auch nach Maasgabe ihrer Porosität und Auflösbarkeit, wodurch sie von ihm entweder bloß ernäßt, oder durchdrungen, oder gänzlich aufgelöst werden: bei dichten Körpern füllt es blos die Poren aus, bei weniger dichten und lose aufgehäuften dringt es hindurch, und zwar nach Maasgabe der Größe der Zwischenräume und des auf sie ausgeübten Druckes.

Nach den Gesetzen der Haarröhrchenanziehung steigt es in Erden und Steinen beiläufig ¼ Fuß über die Höhe seiner Oberfläche hinauf.

Die Fortbewegung des Wassers hat zwar zur Grundursache das Gesetz der Schwere, sie erfolgt daher immer in der Richtung der stärksten Neigung, und seine Geschwindigkeit steht mit der Größe dieser Neigung in dem oben angeführten Verhältnisse, wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen zu diesen Höhen selbst; doch wirken hierbei auch noch andere Kräfte ein, welche

Digitized by Google

diese Geschwindigkeit der Bewegung nach besondern Gesetzen modifiziren und unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen; es sind dies die Adhäsion und Cohäsion.

Mittelst der erstern hat die Bahn (das Flußbett), auf welcher sich das Wasser, vermöge seiner Schwere, fortzubewegen strebt, eine gewisse Anziehung zu seinen Theilchen, wodurch sie die sie zunächst berührenden festhält und an der gedachten Bewegung verhindert: es haben dann ferner die sämmtlichen Wassertheilchen vermöge der Cohäsion eine wechselseitige Anziehung zu einander, so, daß die auf obige Weise am Bette festgehaltenen Wassertheilchen die übrigen ebenfalls festzuhalten und an ihrer Fortbewegung zu verhindern streben. Diesem Zurückhalten wirkt dann die Schwerkraft entgegen, und da wegen der Menge der Zwischenglieder die Wirkung der Adhäsion bei den vom Bette am meisten entfernten Wassertheilchen am schwächsten ist, so äußert sie zuerst an diesen ihre Wirkung; vermöge derselben suchen diese über die zunächst unter ihnen befindlichen Wassertheilchen hinwegzugleiten, und indem ihnen dies zum Theile gelingt, ziehen sie dieselben zugleich mit sich fort; auf gleiche Weise setzt sich diese Einwirkung durch alle Zwischenglieder bis zum Bette fort; wodurch dann eine allgemeine, aber nach Maasgabe der Annäherung zum Bette abnehmende Fortbewegung erfolgt.

Das Fließen des Wassers erscheint also nicht als ein gleichmäßiges Fortschieben der ganzen in den Flußbetten befindlichen Wassermassen, sondern als ein Uebereinanderhingleiten unendlich vieler Wassertheilchen, wovon die dem Bette am nächsten befindlichen aller Bewegung ermangeln, die nächsten eine nur langsame, die folgenden eine nach Maasgabe ihrer Entfernung vom Bette verstärkte Bewegung erleiden. Jemehr daher eine Wasserschichte vom Bette entfernt ist, desto geringer wird die zurückhaltende Einwirkung der Adhäsion auf sie sein, und desto mehr kann sich ihre Bewegung derjenigen Geschwindigkeit nähern, welche der Neigung ihrer Bahn entspricht.

So wie nach der obigen Entwickelung die Cohäsion die

Digitized by Google

Wirkung der Adhäsion von Unten aufwärts fortpflanzt, ebenso muß dieselbe Cohäsion die geschwindere Bewegung der obern Wasserschichten den untern mitzutheilen streben. Derjenigen Kraft, welche mittelst der Adhäsion vom Bette zur Zurückhaltung der sich in ihm bewegenden Wassertheilchen angewendet wird, ist jene gleich, welche die Wassertheilchen mittelst der Cohäsion anwenden, um die sie begrenzenden Erdtheilchen des Bettes mit sich fortzuführen.

Diese Rückwirkung muß eine allgemeine Beschleunigung der Bewegung hervorbringen, welche mit der Vergrößerung der Wassermasse zunimmt; wodurch z. B. die 1 Fuß vom Bette entfernte Wasserschicht schneller fließt, wenn sich eine Wassermasse von 2 Fuß Höhe über sie hinwegbewegt, als wenn diese Wassermasse nur die Höhe von 1 Fuß hat. Dies ist die Ursache, aus welcher das in den Flußbetten befindliche Material gewöhnlich nur bei hohem Wasserstande fortbewegt wird, und aus welcher überhaupt alle Aushöhlungen der Flußbetten nur bei hoher Fluth stattfinden. Durch dieses Verhältniß wird ferner die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Wasser in einem Flußbette fortbewegen soll, von der Form des Profils dieses Bettes abhängig; denn da die Größe der Adhäsion von der Menge der Punkte abhängt, an welchen eine gewisse Wassermasse das Bett berührt, so muß diese Adhäsion mit der Verminderung dieser Berührungspunkte ebenfalls vermindert, und somit die Bewegung dieser Masse beschleunigt werden; oder auch, da die zunehmende Wassermasse die Einwirkung der Adhäsion vermindert, so muß die Bewegung in dem Maase beschleunigt werden, in welchem bei derselben Menge der Punkte in welchen die Wassermasse das Bett berührt, diese Masse vermehrt wird.

Es muß hiernach dasjenige Profil für diesen Zweck am vortheilhaftesten erscheinen, bei welchem die Anzahl der vom Wasser berührten Punkte im Verhältnisse zu dessen Masse, die kleinste ist: diesen Anforderungen entspricht am besten der Halbkreis; jemehr sich daher das Profil eines Flußbettes dieser Form nä-

Digitized by Google

hert, desto mehr wird durch dieselbe die von der Adhäsion herrührende Verzögerung der Bewegung vermindert.

Die oben entwickelten Umstände haben endlich zur Folge, daß mit der zunehmenden Größe der Flüsse ihre Geschwindigkeit im Verhältniß zu ihrem Gefälle immer größer wird; also große Flüsse bei derselben Geschwindigkeit ein kleineres Gefälle haben als kleinere, und umgekehrt, dasselbe Gefälle bei größern Flüssen eine größere Geschwindigkeit hervorbringt als bei kleinern.

Noch haben wir eine Eigenschaft des Wassers aufzuführen, welche für uns ebenfalls von großer Wichtigkeit ist; dies ist sein Bestreben, die einmal angenommene Richtung und Geschwindigkeit seiner Bewegung beizubehalten; es übt daher eine gewisse Gewalt gegen diejenigen Gegenstände aus, die es an der Fortsetzung dieser Bewegung hindern, vermöge dieser Eigenschaft stößt es an jeden Gegenstand an, der es von der geraden Linie seiner ursprünglichen Bewegung ablenken will, wie bei den konkaven Ufern der Flußkrümmen; ferner gegen diejenigen Gegenstände, welche seine Bewegung zu verzögern oder aufzuhalten streben, wie beim Einströmen eines Flusses in einen See und beim Anstoßen des Wassers auf das Flußbett unterhalb einem Wehre.

Vermöge dieser Eigenschaft übt es ferner eine gewisse Gewalt aus, gegen alle Hervorragungen in seiner Bahn, als gegen Steine und Sandkörner, welche es mit sich fortwälzt.

§. 2. Das Wasser im Meere*) und in der Atmosphäre. — Niederschläge.

Das Wasser im Meere enthält zu seinem reinen Wassergehalte hauptsächlich folgende Substanzen beigemischt: 1. Kochsalz, 2. salzsaure Bittererde, 3. schwefelsaure Bittererde, 4. schwe-

---

*) Obwohl hier bloß vom Wasserbau der Binnenlande die Rede sein soll, so muß doch vom Wasser des Meeres so viel angeführt werden, als zum Verständniß seiner Rückwirkung auf das Wasser der Flüsse nöthig ist.

Digitized by Google

felsauren Kalk; von diesen Beimischungen macht jedoch das Kochsalz den bei Weitem größten Theil aus.

Dieser Salzgehalt, welcher auch sein spezifisches Gewicht vermehrt, rührt von dem in dem Meeresgrunde befindlichen Steinsalze und demjenigen Salze her, welches ihm die Flüsse zuführen; und welches, einmal davon aufgenommen, sich nicht mehr aus ihm ausscheidet, da nur reines Wasser verdunstet.

Das Meer nimmt beinahe ¾ der Erdfläche ein; und da sein Boden eben so uneben wie die Oberfläche des festen Landes ist, so ist seine Tiefe sehr verschieden: an einigen Orten hat man mit Sonden von 4500 Fuß seinen Grund nicht erreichen können. Das Meerwasser ist verschiedenen Bewegungen unterworfen; diese sind 1. allgemeine und regelmäßige, 2. besondere zufällige, letztere rühren von vorübergehenden Winden und Orkanen her.

Erstere sind zweierlei, nämlich jene der Ebbe und Fluth und die der Strömungen.

a) Ebbe und Fluth. Diese wird durch die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne hervorgebracht, welche wechselweise zweimal des Tages die Gewässer des Ozeans hebt und senkt; sie äußert sich am stärksten, wenn diese beiden Gestirne gemeinschaftlich in einer Richtung wirken, nämlich beim Neulicht des Mondes; ferner ist sie nach Ortsverhältnissen verschieden; der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande beträgt zu St. Malo zuweilen 36 und in der Mitte des stillen Meeres kaum 1 Fuß.

In Binnenmeeren wird sie nach Maasgabe ihrer mehr oder weniger aufgehobenen Verbindung mit dem Ozean, mehr oder weniger geschwächt.

b) Strömungen. In der heißen Zone besteht eine allgemeine Bewegung von Osten nach Westen, welche man die große Aequatorialströmung nennt; man hat sie besonders vom indischen Meere an bis zum mexikanischen Meerbusen bemerkt und dem hier herrschenden Passatwinde zugeschrieben, da er beständig und in derselben Richtung weht.

Digitized by Google

Neben dieser allgemeinen Strömung gibt es noch besondere Strömungen, welche in der physikalischen Geographie näher beschrieben werden und welche vielleicht sämmtlich Fortpflanzungen der großen Aequatorialströmung sind, wie z. B. die Strömung, welche das durch jene Hauptströmung in den merikanischen Meerbusen geführte Wasser wieder aus demselben abführt, und welche durch die Meerenge von Bahama parallel mit der Küste der vereinigten Staaten geht, an der großen Bank von Terreneuf sich nach den azorischen Inseln und dann nach dem grünen Vorgebirge wendet, und sich dort mit der großen Aequatorialströmung wieder vereinigt.

Außer diesen bemerkt man noch besondere Strömungen in den Meerengen, durch welche sich das Wasser zweier Meere ins Gleichgewicht setzt; so z. B. im Bosphorus, durch welchen das dem schwarzen Meere durch die einströmenden Flüsse zugeführte und nicht wieder verdunstete Wasser nach dem mittelländischen Meere gelangt: ferner im Sunde, durch welchen der auf dieselbe Art entstandene Wasserüberschuß des baltischen Meeres dem atlantischen zuströmt.

Dieses ungeheure Wasserbecken bildet die Urquelle aller Wasserniederschläge und alles auf dem festen Lande vorkommenden Gewässers.

Die atmosphärische Luft besitzt die merkwürdige Eigenschaft, daß sie bei jedem Grade der Temperatur eine ihm entsprechende und mit deren Erhöhung zunehmende Menge von Wasserdunst zu ihrer Sättigung bedarf, und daß sie in diesem Verhältniß immer neue Wassertheilchen von der Erdfläche in sich aufnimmt, wodurch im Laufe eines Jahres im Durchschnitte eine Wasserschichte von 3 Fuß Dicke von der Erd- (Land- und Wasser-) Fläche verdunstet.

Eben so bedeutend wie diese Verdunstung sind auch die Wasserniederschläge, welche jährlich statt finden.

Am einfachsten, und aus obiger Eigenschaft der Luft allein erklärbar, ist der Niederschlag in Gestalt von Thau. Mit

Digitized by Google

der steigenden Wärme der Mittagszeit äußert die Luft eine sehr merkliche Anziehung zum Wasser; es findet daher gewöhnlich um diese Zeit eine bedeutende Verdunstung statt.

Beim Untergehen der Sonne nimmt, bis zu ihrem Wiederaufgange, die Temperatur allmählich wieder ab; die Luft verliert dadurch das Vermögen, diese Wassermenge länger in sich verbunden zu erhalten, und wird daher genöthigt, einen Theil derselben auszuscheiden, welcher sich als Thau niederschlägt. Die Menge dieses Niederschlages ist der stattgehabten Erniedrigung der Temperatur proportional. Dieser Niederschlag erfolgt in größerer Menge auf kalte Körper, und auf Körper, welche gute Wärmeleiter sind, als auf warme Körper und auf schlechte Wärmeleiter; letzteres, weil die guten Wärmeleiter bei der Abkühlung der Atmosphäre eine niedrige Temperatur annehmen, daher die Entladung der anschließenden Luftschichten mehr begünstigen als die schlechten Wärmeleiter, deren Temperatur sich immer neutral verhält. Es sind indessen, angestellten Beobachtungen zufolge, die Niederschläge aus dem obern Theile der Atmosphäre, aus sich dort bildenden Wolken weit beträchtlicher, als die mittelst des Thaues. Wolken und Nebel entstehen dadurch, daß die früher unsichtbar unter die Luft gemischten Wassertheilchen sich ausscheiden und Hüllen kleiner Luftbläschen bilden.

Die Gesetze, nach welchen die Bildung dieser Bläschen und ihrer Vereinigung zu Wassertropfen erfolgt, sind noch nicht hinlänglich erforscht; wir müssen uns daher auf die Entwickelung der weiter stattfindenden Erscheinungen bei ihren Niederschlägen beschränken.

Die Wolken folgen nothwendig derjenigen Bewegung, welche die Luftschichten, in welchen sie sich befinden, annehmen: ihre Entladung erfolgt daher gewöhnlich nicht auf denselben Stellen, auf welchen sie durch Verdunstung entstanden sind: wirkten indessen keine andern Umstände ein, so würde sich durch gleichmäßigen Wechseltausch die verdunstete und die niedergeschlagene Menge allenthalben ausgleichen. Da aber die ganze Was-

fermenge, welche die Flüsse dem Meere zuführen, von einem Uebermaaße der Niederschläge auf den Landflächen herrühren muß, so müssen hierbei noch andere Umstände einwirken. Zu diesen Umständen gehören wahrscheinlich folgende:

1. Ueber der Meeresfläche findet die atmosphärische Luft zu allen Zeiten Gelegenheit, sich mit Wassertheilchen zu sättigen, da diese Fläche selbst aus solchen Theilchen besteht; dagegen sind oft die Landflächen so ausgetrocknet, daß diese Luft auf denselben nicht immer zu einer vollständigen Sättigung gelangen kann.

2. Nach vielfältigen Beobachtungen haben die Gebirge eine gewisse Anziehung zu den Wolken, und diese schlagen sich auf dieselben weit häufiger nieder, als auf andere Theile der Erd- und wahrscheinlich auch häufiger als auf die Meeresfläche. Vielleicht erfolgt dies durch dieselben Naturgesetze, durch welche sich der Thau auf gute Wärmeleiter und auf kalte Körper häufiger niederschlägt, als auf schlechte Wärmeleiter und wärmere Körper; denn die Gebirge bestehen aus Felsenmassen, welche gute Wärmeleiter sind, und sich wegen ihrer hohen Lage immer in niedriger Temperatur befinden, auch sehr häufig mit Schnee- und Eismassen bedeckt sind. Die sie zunächst berührenden Luftschichten werden daher von ihnen abgekühlt, und somit des Vermögens beraubt, die in sie eingeschlossene Wassermasse länger zurückzuhalten; das fortwährende Bestreben zur Erhaltung des Gleichgewichtes zwischen den verschiedenen Theilen der Luft, veranlaßt die Annäherung anderer Wasserdünste, welche sich ebenfalls auf die kalten Bergflächen niederschlagen, und so setzt sich dieser Niederschlag um so lebhafter fort, je höher und kälter die Bergflächen sind, und jemehr der Seewind die Annäherung neuer mit Wasserdunst übersättigter Luftschichten und Wolken begünstigt.

Da Waldungen das Zurückstrahlen der Wärme verhindern und in ihrem Schatten Feuchtigkeit erhalten, und aus diesen Ursachen kälter sind als nackte Flächen, so erfolgen auch auf jenen Bergen, welche mit Wäldern bedeckt sind, weit mehr Wasserniederschläge als auf kahlen.

Digitized by Google

Nach der Erfahrung erhalten nach den Waldgebirgen selbst, zunächst jene Landstrecken den meisten Niederschlag, die zwischen dem Meere und diesen Gebirgen liegen: weil oft schon Niederschläge erfolgen, bevor die vom Meere heranziehenden Wolken die Gebirge erreicht haben; dagegen sind Wolkenentladungen jenseits der Gebirge und in völlig ebenen Gegenden seltener.

Auf diese Art erhält jede Gegend ihre Regenwinde von der Seite des Meeres und ihre trockenen Winde von der Seite der Gebirge und der Landflächen.

Außer diesen allgemeinen Erscheinungen haben wir noch einige besondere kennen zu lernen:

1. Die Verdunstung geht am schnellsten vor sich, während die Luft aus einer niedrigern in eine höhere Temperatur übergeht, indem sie dadurch mehr Capacität für den Wasserdunst erhält.

2. Dieselbe wird begünstigt, wenn durch Wind die die Erdfläche berührenden Lufttheilchen diese Berührung schnell wechseln, indem hierdurch ihre Sättigung beschleunigt wird.

3. Dieselbe wird ferner begünstigt, wenn die Luft von einer Gegend herkömmt, wo sie über trockene Flächen hinstrich, auf welchen sie sich nicht sättigen konnte.

4. Wenn der Luftdruck klein, also der Barometerstand niedrig ist, geht ebenfalls die Verdunstung schnell vor sich, aus demselben Grunde, aus welchem bei niedrigem Barometerstande die Flüssigkeiten leichter sieden.

5. Die Höhe, welche die Wolken erreichen, kann man den hierüber angestellten Beobachtungen zufolge nicht über 25,000 Fuß annehmen.

6. Wenn die Region, in welcher die Auflösung und Vereinigung der die Nebel und Wolken bildenden Dunstbläschen erfolgt, sich in einer Temperatur befindet, welche unter dem Gefrierpunkte ist, so krystallisiren sie sich zu spitzen Nadeln, welche dann bei ihrer Zusammenhäufung Schneeflocken bilden.

7. Wenn die Regentropfen während ihrem Herunterfallen

Digitized by Google

durch eine solche kalte Region passiren, so gefrieren sie zu Eis und bilden den Hagel.

8. Nach angestellten Beobachtungen erfolgt die Menge der Verdunstungen, so wie des Wasserniederschlages im umgekehrten Verhältniß der geographischen Breite der betreffenden Orte, und es hat Alexander von Humbold zur Uebersicht dieses Verhältnisses die hier folgende Tabelle aufgestellt.

Breite	entsprechende Temperatur	Regen in einem Jahre
0°	27°	90 Zoll
19°	26°	25 "
45°	13°	27 "
60°	4°	16 "

9. Ueber die Menge des Wasserniederschlages an verschiedenen Orten gibt folgende Zusammenstellung eine Uebersicht:

Am Cap, Insel St. Domingo 113 Zoll
Zu Calkutta in Indien . . 111 "
Zu Rom . . . . 37 "
Zu Toulouse . . . 25 "
Zu Paris . . . . 21 "
Zu London . . . . 17 "
Zu Petersburg . . . . 15 "

10. Auch ist unter den einzelnen Jahren, in Beziehung auf die in ihnen erfolgenden Niederschläge ein großer Unterschied. Zu Paris beobachtete man im Jahre 1711 26 Zoll und im Jahre 1723, 7½ Zoll.

§. 3. Die Erdfläche.

Bevor wir die Veränderungen näher betrachten, die das Wasser unter den verschiedenen Gestalten und Verhältnissen, in welchen es vorkömmt, auf die Erdfläche ausübt, müssen wir diese Erdfläche selbst etwas näher ins Auge fassen.

Digitized by Google

Die Erdfläche, welche nur in ihren Erhebungen über den Wasserspiegel des Meeres von etwa 18000 Fuß, und in einer Tiefe von kaum 1200 Fuß unter denselben, also kaum um $\frac{1}{1000}$ des Erddurchmessers untersucht werden konnte, besteht aus Felsenmassen, welche mehr oder weniger wagrecht geschichtet und durch, mit diesen Schichten winkelrecht geordnete, Spalten zerklüftet sind.

Das Gestein dieser Felsenmassen widersteht, seiner verschiedenartigen Bestandtheile und Verbindung zufolge, den Einwirkungen der Elemente in sehr verschiedenem Grade, und es gibt nur wenizes, welches ihnen gänzlich Trotz bietet.

Es hat daher von langer Zeit her eine fortwährende Zerstörung und Auflösung der diesen Einwirkungen blosgestellten Theile dieser Felsmassen statt gefunden, und die Trümmer dieser Massen bilden, in Verbindung mit den organischen Naturkörpern im Zustande ihres Fortlebens oder ihrer Auflösung, die gegenwärtige Oberfläche der Erde.

In Gebirgsgegenden hängt die Beschaffenheit der Erdoberfläche von den Mineralmassen ab, welche diese Gebirge zusammensetzen, indem sie daselbst mit dem Produkte dieser Zersetzung überlagert erscheint; dagegen besteht das aufgeschwemmte Land in den Ebenen hauptsächlich aus Sand und Thon.

Da der Quarz unter den die Gebirgsmassen konstruirenden Mineralien der Zersetzung am längsten widersteht, so bleiben seine Trümmer sehr lange unzerstört und bilden jene Sandmassen, welche von den Gewässern und dem Winde in die Ebenen geführt, daselbst große Flächen bedecken. Diese Sandmassen bestehen daher aus gröberen, kleineren und ins Feine übergehenden Trümmern von zerstörten Felsenmassen, welche unter den Namen Grandlager, Sandschichten und Flugsandflächen vorkommen.

Da ferner gewisse Mineralien, wie der Feldspath, der Glimmer, die Schiefer ꝛc., nach ihrer Zersetzung eine klebrige Erde (Thon) bilden, welche, von dem strömenden Wasser einmal aufgenommen, von demselben so weit fortgeführt wird, bis es ruhiger fließt und sie zu Boden sinken läßt: so bedeckt diese

Digitized by Google

Erdart ebenfalls große Flächen entweder ausschließlich, oder in den Sand eingemengt, oder mit demselben lagenweise wechselnd.

Kalkgebirge liefern ebenfalls einen Beitrag zur Bildung der aufgelösten Massen, welche die Oberfläche der Erde bedecken, indem sie ihre Trümmer jenen beiden vorherrschenden Erdarten beimengen, besonders aber ihren eigenen Fuß damit bedecken.

Auf diese Weise ist die Erdfläche von diesen Produkten der Auflösung der Felsenmassen überlagert, und nur ausnahmsweise stehen dergleichen Massen unzerstört an einzelnen Punkten zu Tage. Die Dicke dieser Ueberlagerung ist sehr verschieden, jedoch in Ebenen am größten, und auf den Gipfeln der Berge, so wie an den steilen Bergwänden am kleinsten; weil daselbst das Wasser und der Wind die Erd- und Sandtheile fortwährend hinwegzuführen streben; auch hängt diese Dicke von der Zersetzbarkeit der die Gebirge bildenden Steingattungen ab.

Zur Bildung der gegenwärtigen Erdfläche äußerte auch die organische Natur ihre Einwirkung; denn obwohl in den nichtorganischen Mineralmassen sich ursprünglich kein ungebundener Kohlenstoff vorfand, welcher die Basis der organischen Bildungen darstellt, so mengten sich doch im Laufe der Zeiten viele Reste organischer Bildungen unter die Mineralien der oberen Erdschicht und bildeten in dieser Mengung unter Anderem auch die Dammerde, welche als die Ernährerin des Pflanzen- und Thierreiches erscheint und sich am mächtigsten in den Thälern vorfindet.

§. 4. Unterirdische Gewässer — Quellen.

Die durch den Thau bewirkten Wasserniederschläge benetzen nur die Oberfläche und veranlassen kein äußerliches Abfließen; wohl aber können sie sich in den Boden versenken und beitragen zur Speisung der Quellen.

Von dem von Regengüssen und vom Aufthauen des Schnees herrührenden Wasser wird ein Theil von der Erde verschlungen und ein anderer Theil fließt auf der Oberfläche fort, und sammelt sich entweder in den Flußbetten, oder in den Seen und Moräste.

Digitized by Google

Das Verhältniß zwischen diesen beiden Quantitäten wird durch folgende Umstände bestimmt:

1. Je schneller der Niederschlag erfolgt, desto weniger kann die Erde aufnehmen, weil das Eindringen nur allmählig statt findet.

2. Je poröser die obere Erdschicht ist, desto schneller erfolgt das Eindringen des auf sie herabfallenden Wassers, und desto größer ist die verhältnißmäßige Menge desjenigen, das sie aufnimmt.

3. Ist die obere Erdschicht bereits gesättiget, so dringt beim fortdauernden Regen weniger ein, als wenn sie trocken ist.

4. Befinden sich vom Wasser undurchdringliche Schichten auf der Oberfläche, so findet kein Eindringen von Wasser statt; haben solche Schichten eine horizontale Lage, oder sind sie in ihrer Mitte gesenkt, so entstehen aus ihnen Moore und Sümpfe; besonders häufig findet man diese auf Bergköhen, weil dorten die Wasserniederschläge häufiger sind.

Solche Schichten werden gebildet durch Thonlager oder Felsenmassen, welche keine offene Spalten haben.

Befinden sich solche Schichten unter Lagen poröser oder durch Zerklüftung getrennter Massen, so senkt sich das von der Erdoberfläche aufgenommene Wasser bis auf sie herab, und fließt unter jenen aufgelagerten Massen auf ihrer Oberfläche nach der tiefsten Seite hin, indem es allen Biegungen der muldenförmigen Vertiefungen oder den Spalten folgt, welche ihm auf den undurchdringlichen Schichten hin den Durchgang gestatten.

Da, wo diese Schichten sich der Oberfläche nähern, tritt das Wasser als Quelle hervor.

Befinden sich unter der porösen Erdschicht der Oberfläche bis in eine große Tiefe zerklüftete Felsenmassen und Höhlungen, so füllen sich diese Räume mit dem eingedrungenen Wasser und bilden unterirdische Reservoire, welche sich an irgend einer tiefen Stelle einen Ausweg zur Ausströmung ihres Ueberflusses öffnen.

Aus diesen Verhältnissen lassen sich alle bei den Quellen vorkommenden Erscheinungen erklären.

Digitized by Google

1. Die Menge der Quellen wird bestimmt durch die Menge der Punkte, wo der unterirdische Wasserstrom die Erdfläche erreicht. Hat die undurchdringliche Schichte eine hohe Lage und geht sie an ihrer tieferen Seite auf einer langen Linie zu Tage aus, so entstehen an dieser ganzen Linie hin Quellen.

Liegt dagegen die undurchdringliche Schichte so tief, daß sich auf ihr ein Reservoir bildet — so öffnet sich dieses, selbst wenn es mehrere Quadratmeilen groß sein sollte, oft nur einen Ausweg, wodurch dann wenige, aber sehr starke Quellen entstehen.

Liegt die nächste undurchdringliche Schichte tiefer, als der Wasserspiegel des nächsten Flusses, so setzt sich dessen Wassermasse mit der des Reservoirs in Verbindung und nimmt seinen Ueberfluß unterirdisch in sich auf.

So verhält es sich gewöhnlich in flachen Gegenden, in welchen keine Quellen zum Vorscheine kommen, indem das daselbst in die Erde eingedrungene Wasser sich unterirdisch mit dem in den Betten der nächsten Flüsse befindlichen vereinigt.

2. Die Stärke der Quellen hängt von der Menge des Wassers ab, das von derjenigen Erdfläche aufgenommen wurde, welche es ihnen zusendet, also a) von dem Quadratinhalt dieser Fläche, b) von der Menge des auf dieser Fläche niedergeschlagenen Wassers, c) von der Porosität des Bodens ꝛc.

3. Diese Stärke verändert sich in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten, nach der Menge der in denselben statt gehabten Niederschlägen; also sind diese Quellen stärker in nassen, als in trockenen Jahren, stärker im Frühlinge, als im Herbste; doch ist hierbei zu berücksichtigen die Zeit, welche die Wassertheilchen nöthig haben, um den Weg von dem Orte des Niederschlages bis an jenen der Quelle zurückzulegen, oder welche zur Filtration erfordert wird.

Diese Zeit hängt ab a) von der Länge des zu durchlaufenden Weges, b) von der Beschaffenheit der Zwischenräume, durch welche er führt; bestehen diese aus Felsenklüften oder aus den Räumen zwischen groben Sandkörnern, so erfolgt die Fil-

Digitized by Google

tration schneller, als wenn das Wasser seinen Weg durch Dammerde und feinen oder mit Thon vermengten Sand zu nehmen hat.

Bei ganz langsamer Filtration wechselt die Stärke der Quellen nur wenig nach den Jahreszeiten, wohl aber nach der mehr oder weniger großen Nässe der Jahre; dagegen hängt dieselbe bei schneller Filtration oft selbst von einzelnen Niederschlägen ab: so daß viele Quellen bei trockener Jahreszeit gänzlich versiegen, wie die Märzquellen.

4. Während der oben beschriebenen Filtration löset das Wasser häufig die Mineralmassen auf, welche es berührt, und tritt mit dieser Auflösung geschwängert zu Tage.

Am reinsten ist das Wasser, welches aus Quarzgesteinen oder Basalten hervortritt, weil hierbei eine solche Auflösung in bemerkbarem Grade nicht statt findet; dagegen führen die, welche durch Gyps- oder Kalkgebirge geflossen sind, eine größere oder kleinere Menge schwefel- oder kohlensauren Kalkes mit sich, wodurch sie zum Trinken und manchem andern Gebrauche weniger geeignet sind.

Eben so enthalten jene Quellen, welche in jüngeren Formationen Auflösungen von organischen Stoffen aufgenommen haben, kein gutes Wasser.

Sogar bituminöse Stoffe lösen sich auf und mengen sich dem Quellwasser bei; so wie sich in Astrachan und an den Ufern des Tigris Quellen befinden, welche Steinöl beigemengt enthalten.

Diejenigen unterirdischen Gewässer, welche durch Steinsalzmassen hinfließen, lösen diese auf und treten als Salzquellen hervor.

Diese fortdauernde Auflösungen müssen nach und nach Leeren im Innern der Gebirge erzeugen; daher rührt jene Menge von Grotten, Höhlen und unterirdischen Canälen, die man so häufig in den Kalk- und Gypsgebirgen findet; endlich die Einsenkungen der Oberfläche, welche eine Folge jener Höhlen sind. —

Digitized by Google

Da, wo das so geschwängerte Wasser durch äußere Ursachen genöthiget wird, die aufgenommenen Mineralien wieder auszuscheiden, bilden sich durch Kristallisation neue Mineralien; solche Bildungen sind die Tropfsteine in den Höhlen der Kalkgebirge, die Kalksteinsohle, die sich in dem Bette mancher Bäche findet ꝛc.

§. 5. Die Gewässer auf der Oberfläche der Erde.

Das aus den ständigen Quellen ausfließende Wasser ist auch dasjenige, welches den Bächen und Flüssen ihr Dasein gibt; dagegen bildet das vom Regen, dem Aufthauen des Schnees und den Märzquellen herrührende Wasser die Wildbäche, Fluthströme und Fluthmassen, welche jenen von ständigen Gewässern gebildeten Betten zuströmen und sie überfüllen.

Jedes fließende Wasser bewegt sich nach den Gesetzen der Schwere in derjenigen Richtung, die ihm am meisten Gefälle darbietet; da nun gewöhnlich jede Quelle an einem einzelnen Punkte hervortritt und von diesem Punkte die Bewegung ihres gesammten Wassers ausgeht, so fließt es in einem gemeinschaftlichen Strome in der oben bemerkten Richtung; da ferner unter diesem Wasserstrome die den übrigen Theil der Fläche bedeckenden Pflanzen nicht wachsen können, so entsteht daselbst ein pflanzenfreier Streifen*); dadurch gelangen die Wassertheilchen zur unmittelbaren Berührung mit den unter denselben befindlichen Erdtheilchen, lösen diese auf, führen sie mit sich fort und bilden sich ein Rinnsal, worin sie sich fortbewegen.

Dagegen fließt das auf die Oberfläche geregnete oder vom thauenden Schnee entstandene, von der Erde nicht verschlungene Wasser anfangs getrennt und über die ganze Fläche verbreitet der Tiefe zu, bis es muldenförmige Vertiefungen erreicht, in welchen es, zu Strömen vereiniget, weiter fließt, und in einem

*) In diesem Augenblicke befinden sich nämlich nur solche Pflanzen auf der betreffenden Fläche, welche auf trockenem Boden wachsen; später können Wasserpflanzen im Bette entstehen und dieses wieder verengen.

Digitized by Google

der oben beschriebenen Rinnsale, mit dessen ständigem Gewässer vereint, seinen Lauf fortsetzt.

Da seine Schwere hierbei die bewegende Kraft bildet, so sucht sich die Geschwindigkeit seiner Bewegung mit der Neigung seiner Bahn in das entsprechende Verhältniß zu setzen; von dieser Geschwindigkeit hängt dann wieder die Gewalt ab, die es auf diejenigen Gegenstände ausübt, welche sich dieser Bewegung widersetzen.

Befindet es sich auf einer gegen den Horizont nur wenig geneigten Fläche, so ist seine Bewegung nur langsam, und die Gewalt, die es auf die Hindernisse dieser Bewegung ausübt, ist nur klein; je mehr aber diese Fläche geneigt ist, mit desto größerer Geschwindigkeit und Gewalt wird die Bewegung erfolgen, und desto stärker wird seine Wirkung auf diejenigen Körper sein, die dieser Bewegung ein Hinderniß in den Weg legen.

Als Hindernisse dieser Bewegung erscheinen alle Hervorragungen und Rauheiten seiner Bahn; werden diese Hervorragungen nicht mit einer gleichen oder größern Kraft zurückgehalten, so weichen sie dem Stoße des Wassers und werden von demselben mit hinweggeführt.

Das Zusammenhalten der einzelnen Theile der krystallischen Gebilde der Erde ist stärker, als der stärkste Anstoß des Wassers; besteht daher die Wasserbahn aus solchen Gebilden, so findet kein Abreißen und Fortführen statt; dagegen ist der Zusammenhang der einzelnen Erdtheilchen weit schwächer, als jene Kraft, die Thonerde im unvermengten und trockenen Zustande allein ausgenommen; dieselbe läßt sich indessen nach und nach erweichen, und dann führt sie das Wasser mehr mittelst seiner Adhäsion, als mittelst des Stoßes fort; sie widersteht daher in Flußbetten, wo jene Erweichung und Adhäsion unaufhörlich fortwirkt und das Wasser wegen seiner geringeren Geschwindigkeit weniger durch seinen Stoß wirkt, weit weniger der Einwirkung des fließenden Wassers, als lose Steine und Sand.

Alle Mengungen aus Sand und Thon leisten auf der Erdfläche einen nur geringen Widerstand, denn hier ist der Zusam-

Digitized by Google

menhang der Theilchen nicht so stark im trockenen Zustande, die Durchnässung erfolgt weit schneller und die Oberfläche bleibt wegen des eingemengten Sandes immer rauh; von der auf der Erdfläche lose aufliegenden Erdmasse gilt daher die Regel, daß, je weniger Thontheile sie beigemengt enthält, desto leichter wird sie vom bewegten Wasser mit hinweggeführt.

Vermöge der durch seine Geschwindigkeit erlangten Kraft, reißt hiernach das Wasser die obere Erdschicht von den Berghängen ab und führt sie mit sich fort in die Thäler; vermöge dieser Kraft wühlt es tiefe Schluchten in die Berghänge ein, und schüttet die losgerissenen Erd- und Steinmassen am Fuße der Gebirge zu hohen Hügeln auf; vermöge dieser Kraft wirkt es beständig auf Veränderungen der Flußbette und Ufer hin.

Begünstiget wird dieses Ablösen und Hinwegführen von Mineralmassen durch das Gefrieren des Wassers; denn in diesem Augenblicke nimmt es einen größern Raum ein. Die Verbindung mancher Steinarten, wie die des Mergels, vieler Thonsandsteine und aller Gattungen von Erde, wird mittelst dieser Raumausdehnung des in ihren Poren befindlichen Wassers aufgehoben; sie werden hierauf zwar noch, während des gefrornen Zustandes desselben bis zu seinem Flüssigwerden, durch dasselbe selbst zusammengehalten, beim Aufthauen fallen sie aber auseinander.

Der Augenblick des Aufthauens ist daher für einen großen Theil der Erdfläche ein Augenblick der Auflösung; von keiner andern Kraft mehr zurückgehalten, folgen sie den Gesetzen der Schwere; wo sich daher durch menschliche Einwirkung oder durch jene des fließenden Wassers senkrechte Wände gebildet haben, da stürzt der obere Theil herab, und die Erdmasse bildet jene Lagerungsform, die ein Haufen völlig loser Erdtheile angenommen haben würde. Das fließende Wasser findet auf seinem Wege unter den seine Bahn konstruirenden Erdtheilen den frühereń Zusammenhang nicht mehr, und führt einen weit größern Theil mit sich fort, als zu jeder andern Zeit.

Am sichtbarsten ist dieses in den oben erwähnten, durch

Digitized by Google

Bergströme gebildeten Schluchten und Hohlwegen; die darin bewirkte Vertiefung der Sohle veranlaßt das Entstehen von senkrechten oder steilen Seitenwänden, diese stürzen dann gewöhnlich beim Aufthauen ein und übergeben dem nächsten Wasserstrome eine Menge loser Erde.

Diese bisher beschriebenen Einwirkungen des fließenden Wassers auf die Erdfläche werden aufgehoben und verändert durch die Rasennarbe.

Diese besteht aus einem Gemenge verschiedenartiger, mehrjähriger Gräser und Kräuter, deren Wurzeln, Stöcke und Zweige eine zusammenhängende, innig verflochtene Decke bilden. Ihr Einfluß, rücksichtlich des fließenden Wassers, auf die von ihr bedeckten Flächen ist folgender. Von den damit bedeckten Flächen können keine Erdtheile vom fließenden Wasser oder auch vom Winde hinweggeführt werden, weil sie durch diese Decke gegen den Angriff dieser Kräfte vollkommen geschützt werden; es findet daher auch keine Erniedrigung solcher Flächen statt. Dagegen werden denselben, selbst wenn sie gegen den Horizont geneigt sind, durch den Einfluß der gedachten Naturkräfte neue Theile zugeführt, und dieselben dadurch nach und nach erhöht; denn das über sie hinfließende Wasser verliert beim Durchpassiren durch die dichte Halmendecke, welche die Rasennarbe überzieht, an seiner Geschwindigkeit, und wird schon dadurch genöthiget, einen Theil der mit sich führenden Erdtheile sinken zu lassen; ferner hält diese Halmendecke den im Wasser enthaltenen Erdtheilchen eine Menge Anhaltpunkte entgegen, woran sie sich festsetzen.

Eben so wird auch der Wind durch dieselbe Ursache dahin gebracht, einen Theil der in Staubgestalt aufgenommenen Erdtheile in die Rasennarbe fallen zu lassen, wogegen er nie einen zwischen den Grashalmen festgesetzten Erdtheil wieder aufnehmen und weiter führen kann, wozu noch folgender Umstand beiträgt.

Es ist eine Eigenheit des wesentlichen Theiles der Rasenpflanzen, nämlich der Gräser, daß sie diejenigen Erdtheile, die

Digitized by Google

sich oberhalb ihrer Wurzeln anhäufen, aus den oberhalb der Erde an den Halmen sitzenden Knotengeschwülsten mit neuen Wurzeln überziehen, und so diese neu zugekommene Erde unter sich, also unter die Rasennarbe aufnehmen; sie selbst steigen sonach mit der Oberfläche der angeschwemmten Erde immer höher empor und überlassen ihre früheren Wurzeln der Fäulniß, welche dann einen Bestandtheil der unter ihnen sich immer mehr anhäufenden Dammerde ausmachen.

Während also das fließende Wasser und der Wind die von diesem Naturgebilde entblößten Theile der Erd-, besonders der Bergflächen, immer mehr erniedrigen, erhöhen sie diejenigen, die damit bedeckt sind. Aehnlichen, obwohl geringeren, Einfluß auf die Gestalt der Erdfläche äußern andere Vegetabilien, welche geschlossen stehen, als Haide, Moos ꝛc.; dagegen erleidet die immer locker erhaltene Fläche des Acker- und Grabbandes die meiste Abschwemmung.

Durch diese Beschreibung der Eigenschaften der Rasennarbe sind wir bereits zu den Erscheinungen übergegangen, welche durch die Auflagerung des vom Wasser aufgenommenen Materiales veranlaßt worden.

Das Wasser kann die in sich aufgenommenen Mineralmassen nur so lange mit sich fortführen, als es mit derselben Geschwindigkeit fließt; bei abnehmender Geschwindigkeit läßt es die schwersten Stücke zuerst sinken, darauf folgen, bei fernerem Abnehmen derselben, die minder schweren, und so geht es allmählig zu den leichtesten und feinsten Theilchen über; man sieht daher diese Ablagerungen von groben, oft mehrere Kubikfuße großen Steinstücken anfangend, durch groben Grand, feinen Grand, groben Sand, feinen Sand bis zum Thon und den leichten organischen Substanzen übergehen.

Die fruchttragende Erdgrume der abgeflößten Aecker wirft sich unter dieser stufenweisen Ausscheidung am Fuße der Berghänge auf die Thalflächen und erhöht diese fortwährend; so wie sich das aus den Schluchten herausgeführte Material am Fuße

Digitized by Google

der Berge vor ihren Ausmündungen auflagert, oft große Flächen bedeckt und sie der Kultur entzieht. Sehr häufig bilden sich vor diesen Ausmündungen aus dem gröberen Materiale große Hügel; den Sand führt das Wasser oft bis in die nächsten Flußbette und stört durch dessen Ablagerung daselbst ihren regelmäßigen Lauf. —

In Folge von Wolkenbrüchen und heftigen Regen erfolgen solche Ablagerungen plötzlich in solchem Grade, daß dadurch ganze Thäler gesperrt werden und kleine Seen entstehen.

Immer verursachen diese Abschwemmungen und Auflagerungen der Benutzung der sie treffenden Ländereien großen Schaden.

§. 6. Flußgebiete.

Bei der Verschiedenheit der Erhebung der einzelnen Theile der Erdfläche über den Spiegel des Meeres, muß das auf ersterer vorkommende Wasser, nach Maasgabe dieser verschiedenen Erhebung verschiedentlich abgetheilt, nach der Tiefe und so dem Meere zufließen.

Diese Abtheilung geschieht durch die höchsten Erd- und Bergrücken, weil es von diesen nach beiden Seiten hin abfließt; man nennt sie daher auch Wasserscheiden. Das von diesen Wasserscheiden abwärts vorkommende Wasser sammelt sich in den tiefsten Mulden der Flächen und bewegt sich darin fortwährend nach der tiefsten Richtung abwärts, darin wühlt es sich einen gemeinschaftlichen Canal aus und heißt Fluß.

Jede nach oben durch solche Wasserscheiden und nach unten durch Seeufer begrenzte Fläche, welche von einem gemeinschaftlichen Flusse entwässert wird, heißt ein Flußgebiet.

Da jedoch bei, besonders nach der Breite, ausgedehnten Flußgebieten eine vollständige Entwässerung nicht möglich ist, ohne daß aus seinen verschiedenen Theilen besondere Nebenflüsse das Gewässer dem Hauptflusse zuführen, und jeder dieser Nebenflüsse eine durch Wasserscheiden und Ufer begrenzte Fläche entwässert: so bildet sich dadurch für jeden Nebenfluß noch ein

Digitized by Google

besonderes Flußgebiet, durch welche kleinere Flußgebiete sich das Hauptflußgebiet in seine Theile zerlegt.

Diese Flüsse sind dazu bestimmt, alles dasjenige Wasser dem Meere wieder zuzuführen, welches aus ihm verdunstet ist, ohne daß es durch Niederschläge ihm wieder zurückgegeben wurde; oder dasjenige, welches auf die Erdfläche niedergeschlagen und nicht wieder von derselben verdunstet wurde; von letzterem macht nur jenes eine Ausnahme, welches sich in der Nähe der Seeufer niederschlägt und entweder oberflächlich über dieselben hinfließt, oder in den Boden eindringt und sich unterirdisch mit dem Meereswasser vereiniget.

§. 7. Verschiedenheit der Wassermengen in den Flußbetten.

Im §. 4 haben wir gesehen, welcher Antheil der gesammten Niederschläge unter verschiedenen Verhältnissen in die Erdoberfläche eindringt und sich den Quellen zuwendet, und unter welchen Umständen derselbe wieder zu Tage tritt.

Wir fanden hierbei, daß nur ein kleiner Theil der Quellen zu allen Jahreszeiten dieselbe Wassermenge liefert, daß die Wassermenge des größten Theiles derselben nach anhaltendem Regen größer ist, als nach anhaltender Trocknung, daß selbst viele Quellen in letzterer Zeit versiegen, und daß endlich viele Quellen, ohne daß wir dies wahrnehmen, sich unmittelbar in die Bette der Flüsse ausmünden.

Nur das von diesen Quellen herrührende Wasser ist dasjenige, welches wir in regenlosen Perioden und während kein Schneeschmelzen statt hat, in den Flüssen finden. Jede ständig fließende Quelle bildet sich auf die im §. 5 beschriebene Weise ein eigenes Bett, die Vereinigung solcher Quellen bilden die Bäche und die Vereinigung der Bäche die Flüsse.

Da alles dieses Wasser klar aus der Erde tritt und wegen seiner geringen Menge auf die Flußbette nicht einwirken und deren Bestandtheile in sich aufnehmen kann, so setzt es bei derselben Klarheit seinen Lauf fort.

Digitized by Google

Da jedoch diese Bette, welche zunächst das Quellwasser abführen, die tiefsten Stellen der Flußgebiete durchschneiden, so fällt ihnen auch das von den Regengüssen und Schneeschmelzungen herrührende, auf der Oberfläche sich fortbewegende Wasser zu, und vermehrt und trübt die darin befindliche Masse.

Die im §. 4 aufgeführten Umstände, welche die verhältnißmäßige Menge des in die Erde eindringenden Wassers bestimmen, bestimmen auch den Antheil, der den Flüssen unmittelbar zuströmt. Treffen alle dort aufgeführten Umstände, welche das oberflächliche Zuströmen des Gewässers begünstigen, zusammen; ist nämlich der Boden vom Wasser undurchdringlich, oder bereits gesättigt, und der Niederschlag schnell, so wird der bei weitem größte Theil desselben dem Flusse oberflächlich zueilen; ist außerdem der Niederschlag über das ganze Fußgebiet verbreitet, so wird ein schnelles und bedeutendes Anwachsen der Wassermenge im Flusse entstehen; daneben muß, wegen des geringen Betrages des Quellwassers, das unter den hier angenommenen Umständen in diesem Flußgebiete vorkommen kann, in Perioden, wo es in längerer Zeit nicht regnet, die Wassermenge des betreffenden Flusses verhältnißmäßig sehr klein sein. Es ist daher unter diesen Voraussetzungen der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Wassermenge am größten.

Ein noch stärkeres Anwachsen der Flüsse erfolgt zuweilen dadurch, daß sich während eines Winters viel Schnee in einem Flußgebiete angehäuft hat, und daß derselbe schnell verschmilzt, welches Schmelzen durch warme Regen sehr begünstiget wird, deren Wassermasse diese Schmelzung beschleuniget und sich mit jener des geschmolzenen Schnees vereiniget.

Bei diesen Erscheinungen haben wir angenommen, daß ein schneller Niederschlag — Platzregen — oder auch ein schnelles Aufthauen beträchtlicher Schneemassen in der ganzen Ausdehnung des Flußgebietes gleichzeitig erfolge, auch daß in diesem ganzen Gebiete der Boden undurchdringlich, oder vom Wasser bereits gesättigt sei.

Digitized by Google

Diese Annahmen sind indessen nur in kleinen Flußgebieten, oder in jenen von Nebenflüssen statthaft; daher auch der Unterschied der Wassermassen bei diesen am größten ist: denn in einer ausgedehnten Fläche werden jene Umstände nie zusammentreffen; da daher von der Menge der kleinen Flüsse, welche sich in einem Hauptflusse vereinigen, gewöhnlich nur einige hoch angeschwollen sind, während die übrigen ihren gewöhnlichen Wasserstand nicht viel überschritten haben; so gleicht sich die obenbeschriebene Verschiedenheit des Wasserstandes in den Betten großer Flüsse mehr aus: ferner veranlaßt folgender Umstand eine theilweise Ausgleichung der verschiedenen Wasserstände bei mittlern und großen Flüssen: Der Wasserspiegel in den Flüssen bildet zugleich die Höhe der Wassersättigung der das Flußbett einschließenden Gebirgsmassen und der Ausfüllung ihrer Höhlungen; steigt daher dieser Wasserspiegel, so geht ein Theil des dem Bette zugeflossenen Wassers aus demselben heraus und in jene Gebirgsmassen über, um in denselben das Niveau der Wassersättigung ebenfalls zu erhöhen.

Die Menge des auf diese Weise sich aus dem Flußbette herausziehenden Wassers wird durch folgende Umstände bestimmt:

1. Von der Porosität und der Ausdehnung der das Flußbett umgebenden Gebirgsarten.

2. Von dem Grade ihrer Sättigung vor der eingetretenen Fluth.

3. Von der Erhöhung des Wasserspiegels des Flusses. Einen Theil dieser beim Steigen an ihre Ufer abgegebenen Wassermasse erhalten die Flüsse bei ihrem Fallen wieder zurück, wodurch dieses Fallen ebenfalls verzögert wird. *)

*) Silberschlag zählte irrig diese in die Ufer eindringende und sich mit dem Wasserspiegel des Flusses hebende und senkende Wassermasse zur strömenden: da eine Fortbewegung derselben in der Richtung des Flusses zwischen den Erdtheilchen hindurch wegen des zu geringen Gefälles nicht denkbar ist; ferner erklärt er mit Perchmann die Erscheinung, wonach das Wasser hinter den Dämmen öfter erst dann hervortritt, wenn die Fluth im Bette schon wieder im Fallen ist, auf

Digitized by Google

§. 8. Verhältniß der Profile zu den Fluthmassen der Flüsse.

Ehe wir zu den hier vorzunehmenden Untersuchungen übergehen, wollen wir uns einige der bis daher aufgefundenen Naturgesetze in das Gedächtniß zurückrufen, und einige vorläufige Folgerungen darauf gründen.

1. Da das Wasser nur nach Verhältniß der Abnahme seiner Geschwindigkeit die von ihm aufgenommenen Mineralmassen zu Boden sinken läßt, so ist jeder Grad seiner Geschwindigkeit einem gewissen Maximum der Menge und Größe von Material entsprechend, das es mit sich fortzuführen im Stande ist.

2. Das Flußmaterial, oder die im Wasser der Flüsse befindlichen Erd- und Steinmassen rühren von dem auf der Erdoberfläche hinströmenden Wasser her; dagegen enthält das aus den Quellen hervortretende Wasser nur chemisch verbundene Beimischungen.

3. Der hohe Wasserstand und die Fluth entsteht durch die Vereinigung des von der Erdfläche herkommenden Gewässers mit dem Quellwasser, welches sich beständig in den Flußbetten befindet; je größer die Menge dieses oberflächlich zuströmenden

---

eine sehr unnatürliche Weise. Das Eindringen des Wassers in die Dämme und hohe Erdrücken erfolgt nämlich nach Maasgabe der Bodenart, aus der sie bestehen, mehr oder weniger langsam; dasselbe dringt zuerst nur in die zunächst anschließende Erdschichte, aus dieser geht es in die an diese, und so fort in die folgenden anschließenden Erdschichten über. Wenn es auf diese Weise alle Erdschichten des Dammes bis auf die Höhe des Wasserspiegels durchdrungen hat und dieser Wasserspiegel sinkt wieder zurück, so setzt sich dessenungeachtet das weitere Vor- oder Herausdringen des in dem Damme enthaltenen Wassers jenseits fort; während es auf der Seite des Flusses in denselben zurückfällt. Es wird hierdurch das in demjenigen Theile des Dammes, der höher als die jenseitige Erdfläche und der diesseitige Wasserspiegel gelegen ist, enthaltene Wasser zu beiläufig gleichen Hälften nach diesen beiden Seiten herausdringen und wird solchergestalt ein Hervortreten von Fluthwasser hinter dem Damme noch erfolgen, nachdem die veranlassende Fluth schon vorüber ist.

Digitized by Google

Wassers ist, desto höher wächst die Fluth an, und desto mehr wird auch ihr Gewässer mit Material geschwängert sein.

4. Je größer die Wassermasse ist, welche sich in einem Flußbette fortbewegt, eine desto größere Geschwindigkeit wird sie erlangen, weil die Einwirkung der Adhäsion nach Maasgabe der Vergrößerung ihrer Masse geschwächt werden wird, und gerade zu derselben Zeit, in welcher die in dem Flußbette befindliche Wassermasse die größte Menge von Material enthalten wird, wird sie auch mit der größten Geschwindigkeit fließen, und in Folge dieser größeren Geschwindigkeit wird auch zu derselben Zeit ihre größte Einwirkung auf ihr eigenes Bett erfolgen.

5. Wenn das Bett die Fluthmasse nicht ganz zu fassen vermag, daher ein Theil derselben aus ihm austreten und über die anschließende Thalfläche hinströmen muß, dann wird die Geschwindigkeit dieses letztern Theiles derselben kleiner, weil er in nur mäßiger Höhe über die Erdfläche hinströmt und durch die Adhäsion von derselben in seinem Laufe weit stärker zurückgehalten wird, als der im Bette fließende Theil der Wassermasse: es muß daher auch bei diesem austretenden Theile der Fluth, eine weit stärkere Ablagerung von Material und eine vollständigere Abklärung des Wassers erfolgen, als bei dem im Bette verbliebenen Theile derselben.

6. Da die Flüsse, welche Seen durchströmen, in denselben ihr Material ablagern, und klar aus ihnen heraustreten, so führen sie unterhalb kein Material mit sich, bis sich ein anderer Fluß mit ihnen vereinigt hat, der ihnen Material zuführt und ihnen die Eigenschaft der andern Flüsse verleiht.

Unterscheiden wir nunmehr aus unserem Gesichtspunkte zweierlei Betten von materialführenden Flüssen:

a) Flußbetten, deren Gefälle nicht abnimmt;

b) Flußbetten, deren Gefälle abnimmt.

a. Die erstern kommen gewöhnlich nur in Gebirgsgegenden und auch da nur selten vor: Das in ihnen fließende Wasser übt eine beständige Gewalt zu ihrer Aushöhlung aus, während es jeden abgelößten und in sich aufgenommenen Bestandtheil der-

Digitized by Google

selben bis an ihr Ende mit sich fortführt. Diese Aushöhlung findet daher gewöhnlich erst an unauflösbaren Felsenmassen ihre Grenze, oder es nimmt das Bett durch seine fortgesetzte Aushöhlung seines obern und die Erhöhung seines untern Theiles eine andere Natur an, indem es dadurch zu der zweiten Klasse übergeht.

b. Zu dieser zweiten Klasse gehören bei weitem die meisten der in der Natur vorkommenden Flußbetten, da die Flächen, welche sie durchschneiden, gewöhnlich abwärts fortwährend an Neigung verlieren. Die von ihnen aufgenommene Fluth muß nach Maasgabe der Abnahme ihres Gefälles auch an ihrer Geschwindigkeit verlieren, daher fortwährend von ihrem Material ablagern und hiermit ihr Bett so ausfüllen, daß es ihre ganze Masse aufzunehmen nicht im Stande ist; denn gesetzt auch, ein solches Bett habe eine solche Profilweite, daß es zur Aufnahme der ganzen Fluth hinreichte, so kann es diese Weite doch nicht lange behalten; weil die darin eingeschlossene Wassermasse alsdann nirgends anders als nur in dieses ihr Bette diese Ablagerung bewirken kann; dieselbe muß daher nothwendig dieses Profil so weit ausfüllen, daß es nicht länger die ganze Fluth aufzunehmen vermag, und hiermit muß ein Theil derselben über die anschließende Thalfläche hinströmen.

Durch diese Trennung der Fluthmasse muß auch ihre Materialablagerung in verschiedenem Maase erfolgen, denn die Adhäsion muß die Geschwindigkeit des in mäßiger Höhe über die Thalfläche hinströmenden Wassers weit mehr vermindern als in dem überfüllten Bette; nach Maasgabe dieser Verschiedenheit in der Geschwindigkeit muß daher außerhalb dem Bette eine weit stärkere Materialablagerung und Abklärung der Wassermasse erfolgen, als in demselben. Durch das wechselweise Zurückfallen des ausgetretenen Theiles der Fluth in das Bette und das Austreten eines andern weniger abgeklärten Theiles derselben, welche dann ebenfalls eine stärkere Abklärung erfährt, muß eine Abklärung der Gesammtfluthmasse erfolgen, ohne daß eine bedeutende Ablagerung in dem Bette selbst vor sich geht.

Digitized by Google

Aus diesen Verhältnissen geht hervor, daß in Flußstrecken mit abnehmendem Gefälle nie die ganze Fluth im Bette erhalten werden kann; also einiges Austreten derselben durch die Natur der Sache geboten wird; daß in solchen Flußstrecken ein bestehendes Profil nur dann in seiner vorhandenen Größe erhalten werden kann, wenn ihre Fluth hinreichende Gelegenheit findet, ihre durch die Verminderung ihrer Geschwindigkeit vorgeschriebene Ablagerung ihres Materials außerhalb dem Bette zu bewirken; daß endlich diese Gelegenheit zur Ablagerung weniger von der Menge der austretenden Fluth und von der Größe der von ihr überschwemmten Flächen, als vielmehr von dem öftern Zurückfallen der außerhalb abgeklärten Wassermasse in das Bett und dem Wiederaustreten einer ähnlichen noch Material führenden Wassermasse abhängt.

Die Bildung dieser Art von Flußbetten erfolgt daher nicht wie jene der unter a beschriebenen durch Auswühlen des natürlichen Bodens, sondern durch die Bildung der Ufer mittelst Ablagerung, während die größere Geschwindigkeit des Wasserstromes im Bette eine gleiche Ablagerung darin verhindert.

Diese Ablagerungen bewirken eine fortwährende und gleichmäßige Erhöhung der von Strömen durchschnittenen Thäler und Niederungen, und da dieselben schon lange stattgefunden haben, so bestehen diese Flächen mit den von ihnen eingeschlossenen Flußbetten aus dem Produkte dieser Ablagerungen.

Mit dieser fortwährenden Erhöhung der Ufer muß eine Erhöhung der Sohle der Betten erfolgen, wenn ihre relative Tiefe sich nicht vermehren soll. Dies geschieht durch Ablagerungen der größern Materialstücke, welche die Fluth sinken läßt, oder welche Nebenflüsse ihnen zuführen.

Vermöge dieses Naturgesetzes führen die Flüsse von oben herab Material von derjenigen Größe mit sich und lagern es in einer solchen Stufenfolge ab, wodurch ein ihrer Geschwindigkeit entsprechender Widerstand gegen ihre Einwirkung auf ihre Betten geleistet wird.

Abgesehen von dem durch Nebenflüsse in die Betten der

Digitized by Google

Hauptflüsse geworfenen Materiale, kann man das in jeder Strecke der Flußbetten vorkommende Material als ein Gegengewicht der Gewalt ansehen, welches sich die Fluthmasse selbst setzt: denn indem sie immer zur Zeit ihrer größten Geschwindigkeit von oben herab möglichst große Stücke so lange fortwälzt, bis dies ihre durch die Abnahme des Gefälls verminderte Geschwindigkeit nicht länger gestattet, und sich hierbei diese Materialstücke immer etwas verkleinern, wodurch das wiederholte Fortwälzen derselben möglich wird, und dies Verhältniß sich durch die ganze Länge der Betten fortsetzt, so bezeichnet die Größe des Materials das Maximum der Gewalt, welche die höchste Fluth in jeder Flußstrecke auf ihr Material auszuüben vermag.

Durch die hier entwickelten Naturgesetze wird das wunderbar scheinende Verhältniß aufgeklärt, wodurch die Profile dieser Gattung der Flußbetten in einem gewissen Verhältnisse zu ihren Fluthmassen stehen, und immer das Gefälle der Flächen annehmen, welche sie durchschneiden, ohne Rücksicht auf ihre Geschwindigkeiten und ihre Wassermassen.

§. 9. Direktionslinie der Flüsse.

Ungeachtet das Wasser die Eigenschaft besitzt, die ursprünglich angenommene Richtung seiner Bewegung fortzusetzen, sehen wir es zwischen den Ufern der Bäche und Flüsse allenthalben in Schlangenlinien fließen, ja diese Eigenschaft ist selbst eine Hauptursache der Biegungen seiner Bahn.

Denken wir uns einen mit dieser Eigenschaft versehenen Wasserstrom in der Bildung einer vertieften Bahn begriffen, so wird er sich bestreben in der Richtung des stärksten Abhanges in gerader Linie fortzufließen, allein das Aushöhlen seines Bettes wird ihm bei der Verschiedenheit des Materials, aus welchem die überströmte Fläche besteht, nicht allenthalben in demselben Maase gelingen; an der einen Stelle wird dasselbe auf der rechten und an einer andern auf der linken Seite mehr Widerstand leisten, diese Aushöhlung wird daher daselbst an der

Digitized by Google

entgegengesetzten Seite schneller erfolgen; hierdurch werden kleine Abweichungen von derjenigen Linie entstehen, in welcher er sich ursprünglich bewegte; diesen Abweichungen wird derselbe nunmehr gezwungen sein, bei der Fortsetzung seines Laufes zu folgen: allein sobald er einmal eine andere Richtung angenommen haben wird, wird er sich bestreben, dieser zweiten Richtung zu folgen; deswegen wird er sich gegen die eingebogene (konkave) Seite seines Bettes andrängen und auf dieser seine Angriffe zur weitern Aushöhlung dieses Bettes verdoppeln, während er das entgegengesetzte ausgebogene (konvexe) Ufer mit allen weitern Angriffen verschonen wird. Diesen Angriffen nachgebend, wird das konkave Ufer immer mehr gebogen werden und die ursprünglich kleine Krümmung wird sich immer mehr ausdehnen.

Auch selbst wenn der Wasserstrom die Erweiterung seines Profils nicht weiter fortsetzt, wird eine fortwährende weitere Aushöhlung des konkaven und ein Anwachsen des konvexen Ufers und dadurch eine vermehrte Biegung der Strombahn erfolgen; denn indem das Bestreben aller Stromfäden, in gerader Linie zu fließen, sie beständig nach dem konkaven Ufer treibt, so wird dadurch die Geschwindigkeit der Bewegung daselbst größer sein, als an dem entgegengesetzten konvexen Ufer; diese Verschiedenheit in der Geschwindigkeit macht, daß, während das konkave Ufer mittelst der unaufhörlichen Angriffe des schnellfließenden Wassers fortwährend ausgehöhlt wird, und dadurch eine große Breite des Bettes entsteht, das Wasser sein Material an das konvexe Ufer, woselbst das Wasser mit einer kleineren Geschwindigkeit fließt, absetzt; dies Ufer wird daher in demselben Maase vorrücken, in welchem das konkave sich zurückziehen wird.

Diese Erscheinungen werden wir unter allen Voraussetzungen eintreten sehen; denn, denken wir uns einen ganz geraden Kanal, in welcher sich eine Wassermasse fortzubewegen hat, die einige Einwirkung auf ihr Bette ausübt. Die Kanalufer werden nach Maasgabe einer auch nur sehr kleinen Verschiedenheit des Materials, aus welchem sie bestehen, in verschiedenem Maase den Angriffen des Wassers nachgeben, und es wird da-

Digitized by Google

durch die ursprüngliche gerade Linie kleine Biegungen erhalten, welche dann, wie in dem vorigen Beispiele, die Veranlassung zu weitern progressiven Ausbiegungen werden.

Hat dagegen die Wassermasse dieses Kanals eine abnehmende Geschwindigkeit, und erfolgt darin Ablagerung ihres Materials und Erhöhung ihrer Ufer und des Bettes, so wird diese Ablagerung zwar auf den die Ufer einschließenden Flächen — sofern diese eine horizontale Lage haben — so wie im Bette selbst, so lange ganz regelmäßig erfolgen, als keine äußere Störung eintritt; allein dergleichen Störungen können nicht lange ausbleiben; führt das Wasser z. B. Eisschollen, so wird der um diese Zeit herrschende Wind sie mehr nach dem einen Ufer treiben, eine ungleiche Abnagung der beiden Ufer, und dadurch eine kleine Ausbiegung des mehr angegriffenen an den Stellen veranlassen, wo der Windstoß am heftigsten ist; sind die Ufer mit Gras oder mit Busch bewachsen, so werden diese Pflanzen nicht gleiche Begünstigung an allen Stellen finden, ja man wird selbst Uferstellen wahrnehmen, die davon entblößt sind, oder an welchen nur Gras wächst, während an dem gegenüberliegenden sich dichter Strauch befindet; da nun im Strauche mehr Ablagerung von Material statt finden wird als auf dem Grase, und auf dem Grase mehr als auf den Blößen, so wird dieselbe an verschiedenen Stellen in verschiedenem Maaße eintreten und die erste Veranlassung zu später immer mehr fortschreitenden Flußkrümmungen werden. Nach diesem Naturgesetze müssen alle einmal vorhandene Flußkrümmungen sich immer weiter ausbiegen, bis sie entweder in sich selbst zurückkehren, also der Strom aus einer Krümmung in eine andere einbricht, und dadurch der ursprünglich geraden Linie wieder näher kömmt, oder bis durch die Verlängerung der Linie das Gefälle und die Geschwindigkeit so sehr vermindert wird, daß kein weiterer Abbruch des konkaven Ufers erfolgt, oder bis sie auf unauflösbare Massen stoßen, welche ihnen die Natur oder Kunst entgegensetzt.

Digitized by Google

Obwohl hiernach die Flußkrümmungen als Erzeugnisse von frei wirkenden Naturkräften erscheinen, und auch als die gewöhnliche Form der Bahn angesehen werden müssen, in welcher das Wasser sein Ziel verfolgt: so können wir sie doch keineswegs als eine Vollkommenheit, sondern wir müssen sie vielmehr als dem Zwecke der Flüsse nachtheilige Hindernisse betrachten; denn

1. die gebogene Form der Bahn gestattet den Wassertheilchen keine freie Fortsetzung der zuerst angenommenen Richtung ihrer Bewegung, sie stoßen daher fortwährend gegen das konkave Ufer an und verlieren dadurch einen Theil ihrer Geschwindigkeit.

2. Die durch sie bewirkte Verlängerung der Bahn veranlaßt ein späteres Anlangen am Ziele.

3. Da sich in diese Verlängerung das vorhandene Gefälle vertheilen muß, so wird es relativ kleiner und mit ihm die Geschwindigkeit, woraus abermals eine Verzögerung der Abführung der Fluthen erwächst.

4. Die auf diese mehrfache Weise veranlaßte Verminderung der Geschwindigkeit bewirkt eine stärkere Ablagerung von Material im Bette und dessen Verengerung; hierin liegt abermals eine Ursache des stärkeren Austretens der Fluth.

5. Nach den im §. 14 dieses Abschnittes zu entwickelnden Naturgesetzen veranlassen sie Eisstopfungen in den breiten Flußbetten und mittelst derselben verheerende Ueberschwemmungen.

Zu diesen wesentlichen kommen noch folgende zufällige Nachtheile:

6. Diese Krümmungen stören die Benutzung der Flußufer, da sie bei ihrem fortwährenden Ausgreifen die anstoßenden Grundstücke verschlingen.

7. Sie verlängern die Bahn der Schifffahrt.

Dennoch haben sie Vertheidiger gefunden, welche ihnen folgende Vorzüge beilegen:

a) Sie verhinderten durch die Verminderung des Gefälles eine zu starke Aushöhlung ihrer Betten.

b) Sie hielten die Wassertheilchen in einem schmalen Strome

Digitized by Google

vereiniget; wogegen dieſe ſich in graden Direktionen gerne in eine übermäßige Breite zerſtreuten, und dadurch öfter Sandbänke und Inſeln entſtehen ließen.

a.

Die erſte dieſer Behauptungen wird durch den Inhalt des vorigen §. ſehr eingeſchränkt, da nach demſelben eine übermäßige Aushöhlung der Betten bei materialführenden Flüſſen mit abnehmendem Gefälle nie eintritt, wie dies auch die Erfahrung beſtätiget; bei den ſehr ſelten vorkommenden andern Flüſſen aber wird man nicht verſucht werden, ihre Krümmungen zu durchſchneiden.

b.

Die zweite dieſer Behauptungen iſt dagegen vollkommen gegründet und verdient hier eine nähere Beleuchtung.

Bei dem Fließen des Waſſers in Flußkrümmungen nehmen alle Waſſerfäden ihre Richtung nach dem konkaven Ufer, welches ihnen eine ſchräge Fläche entgegenſtellt, an welcher ſie — auch wenn ſie früher getrennt gefloſſen ſind — ſich ſämmtlich in einen Strom vereinigen.

Anders verhält es ſich in geraden Strecken; wird daſelbſt die Direktion der verſchiedenen Stromfäden an irgend einer Stelle von einander abgelenkt, ſo fließen ſie in abweichenden Richtungen, oder auch parallel getrennt, ſo lange fort, bis ſie die Form des Bettes wieder vereiniget. Oft fließen ſie daher zerſtreut über eine breite Fläche, verlieren durch die vermehrte Wirkung der Adhäſion an ihrer Geſchwindigkeit, laſſen von ihrem Materiale ſinken, und ſo wird dieſe Trennung die Veranlaſſung von der Erhöhung des Bettes, welches dann Ueberſchwemmung der Niederungen und ſeichtes Fahrwaſſer für die Schifffahrt zur Folge hat.

Dieſer Nachtheil kömmt nicht in demſelben Maaſe in den Flußkrümmungeon vr; er iſt indeſſen weit kleiner, als die oben aufgeführten Nachtheile dieſer Krümmungen, und es iſt eine Aufgabe der Waſſerbaukunde, die zerſtreuten Waſſerfäden in der Mittellinie der Bette möglichſt zu ſammeln; welche Aufgabe

Digitized by Google

man auch durch die Herstellung der Normalbreite zu lösen gesucht hat.

Von den hier beschriebenen Flußkrümmungen sind jene zu unterscheiden, welche durch die Lage der Gebirge und die gebogene Richtung der Thäler vorgezeichnet werden; diese letzteren werden durch die Natur der Verhältnisse geboten und sind eine unerläßliche Bedingung der Entwässerung der Flußgebiete.

§. 10. Ungleichheit der Profile.

Im §. 2 haben wir gesehen, daß die Geschwindigkeit des fließenden Wassers von seinem Gefälle und der Seltenheit der Punkte abhängt, in welchen es seine Bahn berührt, und daß die Menge des durch einen Canal abfließenden Wassers durch die Geschwindigkeit und die Größe seines Profiles bestimmt wird.

Canäle mit gleichem Quadratinhalte der Profile und gleicher Geschwindigkeit des in ihnen sich fortbewegenden Wassers führen daher auch in gleichen Zeiten gleiche Wassermengen ab, und wenn im Canale a die Geschwindigkeit das Doppelte von der Geschwindigkeit im Canale b beträgt und die Quadratflächen der Profile beider Canäle gleich sind: so muß im Canale a in gleichen Zeiten die doppelte Wassermenge fortfließen. Eben so verhält es sich, wenn die Geschwindigkeiten gleich und die Profile verschieden sind.

Da indessen mit der Vergrößerung der Profile — sofern ihre Form sich ähnlich bleibt — die verhältnißmäßige Menge der Berührungspunkte abnimmt, so muß bei demselben Gefälle und dem doppelten Quadratinhalte des Profiles des Canales a die durch ihn abgeführte Wassermenge mehr als das Doppelte des Canales b betragen.

In künstlichen Canälen, in denen die Profile nach Form und Inhalt allenthalben dieselben sind, so wie auch das Gefälle in denselben sich überall gleich bleibt, bleiben auch Geschwindigkeit und abgeführte Wassermenge in allen einzelnen Strecken sich gleich; dagegen ändert sich Form und Inhalt der Profile, so wie

Digitized by Google

auch das Gefälle, in natürlichen Flußbetten sehr häufig ab, weshalb auch diese Verhältnisse bei ihnen schwerer zu übersehen sind.

Gesetzt im Canale a b c d. Fig. 1, befinde sich eine auf die doppelte Breite erweiterte Strecke e f, so würde, bei demselben Gefälle und derselben Adhäsion, hier die doppelte Menge Wassers in derselben Zeit passiren, während die ober- und unterhalb gelegene Flußstrecke, für sich allein betrachtet, nur die einfache Menge zu- und abführen würde. Betrachten wir jedoch diese beiden Strecken in Verbindung, so wird sich folgendes Ergebniß darstellen.

Das Wasser in der Strecke e f wird die halbe Geschwindigkeit desjenigen in den ober- und unterhalb gelegenen Flußstrecken, und hiermit das dieser verminderten Geschwindigkeit entsprechende kleinere Gefälle annehmen; diese Verminderung des Gefälles wird sich dadurch äußern, daß das Wasser bei e unter seine frühere Höhe herabsinkt und bei f über dieselbe hinaufsteigt; hierdurch wird sich aber das Gefälle sowohl in der ober- als auch in der unterhalb gelegenen Strecke, und somit auch die zuströmende Wassermenge vermehren; ferner wird mit dieser Vermehrung der Wassermenge die Geschwindigkeit in der Strecke e f, welche anfänglich auf die Hälfte herabsank, sich über diese Hälfte hinaus vergrößern, und es wird sich ein mittleres Verhältniß festsetzen, welches bei gleichen Längen der beiderlei Canalstrecken zwischen dem Ableitungsvermögen beider verschiedenen Profile in die Mitte fallen wird. Wird mit der Erweiterung der Strecke e f auch eine Vertiefung derselben vorgenommen, so tritt obige Erscheinung im höheren Grade, und zwar nicht allein im Verhältnisse des vergrößerten Profils, sondern auch der verminderten Adhäsion, ein.

Kleiner ist der Einfluß einer solchen Erweiterung, wenn sie in einer nur kurzen Strecke statt findet; denn das Wasser verändert wegen seinem Beharrungsvermögen die Richtung und Geschwindigkeit seiner einmal angenommenen Bewegung nicht plötzlich und nicht so oft, als sich Einbiegungen im Ufer finden; es fließt daher vor solchen Einbiegungen um so weniger verän-

Digitized by Google

dert vorüber, je kürzer dieselben sind und je größer seine Geschwindigkeit ist; auch folgt es ihnen um so weniger, je mehr dieselben von der Richtung seiner Bewegung abweichen.

Fig. 2 sei bei a eine solche Einbiegung, so wird das Wasser derselben zwar folgen, jedoch mit weit geringerer Geschwindigkeit, als mit der es in der geraden Flußstrecke fließt, und welche es nach dem oben entwickelten Gesetze angenommen haben würde. Dagegen wird es der Einbiegung b gar nicht folgen, sondern bei einiger Geschwindigkeit daselbst einen Winkel bilden.

Findet eine Verengung eines Flußbettes bis in seine halbe Breite statt, so kann an dieser Stelle nur die Hälfte der früheren Wassermasse durchpassiren, sofern keine Vermehrung der Geschwindigkeit eintritt. Letztere wird aber durch den Aufstau des Wassers nach Oben und die Verminderung der Wassermenge unterhalb und das dadurch vergrößerte Gefälle vermehrt.

Es stellt sich dadurch auch hier ein mittlerer Zustand her; der gedachte Aufstau, welcher das Gefälle oberhalb vermindert, vermindert daselbst auch die Geschwindigkeit und hierdurch die früher durchpassirte Wassermenge, jedoch nicht bis zur Hälfte, indem die vermehrte Geschwindigkeit in der verengten Stelle mehr als die Hälfte der früheren Wassermenge daselbst durchpassiren läßt.

Da es bei der Abführung der Fluthen weniger auf die Größe und Form des vom gewöhnlichen Wasserstande gefüllten, als vielmehr auf die Größe und Form des Fluthbettes ankömmt, so ist hierbei hauptsächlich nur dieses ins Auge zu fassen: Oft folgt das kleine Wasser einer schlangenförmigen Rinne, während die Richtung des Fluthstromes der Axe des Fluthbettes folgt, und derselbe nur in dieser Richtung seine Wirkungen äußert.

§. 11. Vereinigung mehrerer Flüsse — Deltas.

Nach §. 8 ist jedem Grade der Geschwindigkeit ein gewisses Maximum der Größe und Menge des Materiales entsprechend, welches das Wasser mit sich fortzuführen im Stande ist. So lange sich daher seine Geschwindigkeit gleich bleibt, so lange kann

Digitized by Google

auch das Wasser das in ihm befindliche Material weiter fortführen, und es würde, wenn keine Nebenflüsse hinzuträten, durch die ganze Länge eines Flusses das an seinem oberen Ende in ihm befindliche Material sich genau nach Maasgabe der Abnahme seiner Geschwindigkeit ablagern, und da diese Geschwindigkeit bei derselben Form des Profiles sich nach Maasgabe des verminderten Gefälles vermindert: so würde — da bei dieser Voraussetzung die Wassermasse dieselbe bleiben, also das Profil sich gleichförmig mit der Abnahme der Geschwindigkeit vergrößern würde — die Ablagerung beiläufig in gleichem Verhältnisse mit der Abnahme des Gefälles erfolgen.

Allein die von Strecke zu Strecke in jeden Hauptfluß einfallenden Nebenflüsse vermehren einerseits die Wassermasse des Hauptflusses, und indem sie dessen Profil vergrößern, vermehren sie seine Geschwindigkeit und sein Vermögen zur Abführung seines Materials; auf der andern Seite bringen sie neues Material mit, und es ändert ihre Vereinigung mit dem Hauptflusse nur in dem Falle nichts in den hier betreffenden Verhältnissen, wenn die von ihnen herbeigeführte verhältnißmäßige Menge des Materials jene des Wassers des Hauptflusses gerade so viel übertrifft, als die durch sie vermehrte Geschwindigkeit, das Vermögen des Hauptflusses zur Fortführung seines Materials vergrößert worden ist.

Häufig haben die einmündenden Nebenflüsse ein weit stärkeres Gefälle, als der Hauptfluß; besonders da, wo er durch Gebirge fließt und selbst oft grobes Material führende Wildbäche unmittelbar aufnimmt. Der größere Fluß vermag dann nicht, die größeren Stücke des ihm von jenen kleineren zugeführten Materials mit fortzuführen; es häuft sich daher in seinem Bette ein Hügel auf, welcher das Profil desselben beengt, einen Aufstau nach Oben und ein starkes Gefälle unter sich erzeugt, welches größere Gefälle dann schon beim mittleren Wasserstande das Material in Bewegung setzt und es dem Strome übergiebt; derselbe kann jedoch diese Steinstücke nicht weit mit fortführen, weil seine Geschwindigkeit bald wieder

Digitized by Google

abnimmt. Diese Steinstücke werden daher oft erst später, bei Gelegenheit der durch die hohe Fluth bewirkten Vermehrung der Geschwindigkeit, weiter fortgeführt. Hierbei rollen sie über einander hin, stoßen ihre Ecken ab und nehmen jene runde Form an, welche wir an dem Flußgrand fast allenthalben finden. Je länger dieses Abschleifen dauert und je weiter herab diese Steinstücke vom Strome fortgeführt werden, desto kleiner werden sie.

Werden die oben beschriebenen Hügel nicht vom Strome mit fortgeführt, so nöthigen sie denselben, das verlorne Profil vom jenseitigen Ufer abzunagen, welches Abnagen durch die oben erwähnte Vermehrung der Geschwindigkeit des über die Hügel hinströmenden Stromes geschieht. Es entsteht dann an dieser Stelle eine Flußkrümme.

Da jede Verminderung der Geschwindigkeit eine verhältnißmäßige Materialablagerung zur Folge hat, und beim stumpfwinkligen Einmünden der Nebenflüsse das Wasser derselben, bei seiner Vereinigung mit dem des Hauptflusses, eine plötzliche Verzögerung erfahren muß: so muß auch an diesen Einmündungen Ablagerung erfolgen, und hierdurch müssen Sandbänke entstehen, welche dem Wasserabflusse und der Schifffahrt hinderlich sind. Nur durch eine möglichst spitzwinklige Einmündung kann dieser Nachtheil entfernt werden, weil dann das Wasser des Nebenflusses, bei seiner Vereinigung mit dem des Hauptflusses, die Richtung seiner Bewegung nicht viel zu ändern braucht.

Anders verhält es sich bei der Einmündung der Flüsse in stehende Gewässer, in Seen und Meere; hier ist es unvermeidlich, daß das materialführende Flußwasser zum Stillstande gelange und sein sämmtliches Material ablagere. In Gemäßheit seines Beharrungsvermögens fließt es in seiner früheren Richtung noch eine Strecke in die Masse des stehenden Wassers hinein; allein der Widerstand desselben und der Mangel an allem Gefälle veranlaßt eine allmählige Abnahme seiner Geschwindigkeit, welche nach Maasgabe seiner größeren oder kleineren Masse und der

Digitized by Google

größeren oder kleineren Geschwindigkeit seiner Bewegung, mehr oder weniger weit in das stehende Wasser hineinreicht.

In demselben Maase, in welchem seine Geschwindigkeit abnimmt, erfolgt auch die Ablagerung seines Materiales; also auch in der ganzen Strecke, in welcher es seine Bewegung fortsetzt. Diese Ablagerung erzeugt eine allmählige Erhöhung des Meeresgrundes, welche endlich über den Wasserspiegel hervorragt und eine Insel bildet, die dann nur von der hohen Fluth überströmt und hiermit noch weiter erhöht wird.

Diese Insel, welche sich gerade vor der ursprünglichen Flußmündung erzeugt, theilt den Strom in zwei Arme und bildet ein Delta. Die fortwährende Ablagerung verlängert die umgebenden Uferflächen und hiermit auch die beiden Flußarme, welche dann oft aus gleicher Veranlassung wieder neue Deltas und somit neue Stromtheilungen bilden.

Nur die im §. 2 erwähnten Strömungen, oder eine große Tiefe des Meeresgrundes, können die Entstehung solcher Deltas verhindern, welche sich auch wirklich an den Ausmündungen der meisten großen Ströme der Erde finden.

Diese Theilungen sind aber der schnellen Abführung der Fluthen in dem Maase nachtheilig, als dadurch die Punkte vermehrt werden, in welchen die Wassermasse die Betten berührt und dadurch die Einwirkung der Adhäsion verstärkt. Diesem Uebel hilft oft die Natur selbst wieder ab; denn sobald einer der beiden Flußarme ein größeres Profil erlangt, als der andere, so entsteht in demselben, wegen schwächerer Einwirkung der Adhäsion, eine größere Geschwindigkeit, als in dem schwächeren Arme; diese größere Geschwindigkeit wirkt dann auf eine stärkere Aushöhlung des Bettes, und in demselben steigenden Verhältnisse, als der stärkere Arm mehr Wasser aufnimmt, entzieht er dem schwächeren das seinige und hiermit auch das Vermögen, sein Material flott zu erhalten, wodurch dann dieser Arm sich in demselben Maase zuschlickt, in welchem der andere sich erweitert. Dieselben Naturgesetze wirken auf die Anlandung der Flußinseln,

Digitized by Google

sofern das Bett des stärkeren Arms an Felsenmassen, Uferbauten und an der natürlichen Vegetation kein Hinderniß seiner Erweiterung findet.

§. 12. Vegetation in den Flußbetten.

In den Betten der Bäche, welche ein mäßiges Gefälle haben, wachsen oft Wasserpflanzen, besonders Schilf und Rohr; diese verhindern in dem Maase, als sie dicht stehen, die Geschwindigkeit des sich in diesen Bächen fortbewegenden Wassers und indem sie das Flußmaterial zwischen sich auffangen, verengen sie die Profile.

Ferner wachsen häufig an den Ufern der Flüsse, von ihrem niedrigsten Wasserstande aufwärts, Sträucher und Bäume, besonders Weiden und Erlen, welche das Fluthprofil verengen, und durch ihre von der Fluth überströmten Zweige und Blätter, eben so wie jene Wasserpflanzen, eine Verminderung der Geschwindigkeit des Wassers verursachen; hierdurch wird ebenfalls, besonders an konvexen Ufern, Ablagerung von Material und dadurch Verengung der Betten veranlaßt, welches besonders bei kleinen Flüssen eine Hauptursache des zu häufigen Austretens und der Ueberschwemmung der Umgegend bildet.

Jenes Verhältniß, wobei nach den im §. 8 entwickelten Naturgesetzen jeder Grad der Geschwindigkeit auch den Grad der Feinheit des Materials bestimmt, welches sich an jeder Stelle ihres Vorkommens ablagert, sucht allenthalben von selbst das der Fluthmasse entsprechende Profil herzustellen, und es ist oft nur eine kleine menschliche Nachhülfe nöthig, um einen Strom in den Stand zu setzen, eine beabsichtigte Erweiterung seines Bettes selbst zu bewirken; denn jene verhältnißmäßige Feinheit des Materials widersteht nirgends einem starken Angriffe der Fluth. Nur die Einwirkung der Vegetation hebt dieses Verhältniß auf; denn da, wo Lokalverhältnisse die Vegetation in den Betten kleiner Bäche begünstigen, füllen sich dieselben sehr schnell mit Material, und wenn solche Bäche ebene Flächen zu entwässern bestimmt sind, so verwandeln sich dieselben sehr

Digitized by Google

bald in Sümpfe; es ist daher ein öfters wiederholtes Ausgraben solcher Bette unerläßlich.

Eben so würden die Fluthbette größerer Bäche und kleiner Flüsse sich oft übermäßig verengen und große Ueberschwemmungen veranlassen, wenn eine unmittelbare Ausräumung des in ihnen wachsenden Gebüsches nicht öfter vorgenommen würde.

Diese Einwirkung der Vegetation auf die Verengung der Bette nimmt jedoch mit der Vergrößerung der Flußprofile ab; denn die betreffenden Pflanzen haben eine bestimmte Größe, das Schilf und Rohr wächst nur aus einer beschränkten Wassertiefe und die Wurzeln der Sträucher reichen nur bis in eine bestimmte Tiefe in den Boden, sie können daher nur dem Unterwaschen mäßig tiefer Gewässer widerstehen; es läßt sich daher in Beziehung auf die Größe der Profile eine gewisse Grenze denken, bis zu welcher der Einfluß der Vegetation von erheblichem Nachtheile ist.

Bei solchen größeren Flüssen und zuweilen auch bei kleinen hat die Vegetation an den Ufern den großen Nutzen, daß sie eine übermäßige Verbreiterung der Bette verhindert und dadurch ihre Form mehr jener des Halbkreises nähert, welche für die Geschwindigkeit der Wasserbewegung die vortheilhafteste ist.

§. 13. Ablagerung.

Im §. 5 haben wir bereits diejenigen Ablagerungen kennen gelernt, die von jenem Materiale herrühren, welches von den höheren Erdflächen abgeschwemmt wurde und die Flußbette nicht erreichte; wir haben daher hier nur diejenigen noch nachzuholen, die von den Flüssen herrühren.

Beim Austreten der Fluth verbreitet sich dieselbe über die niedrigsten Flächen der Umgebungen der Flüsse. In Gebirgsgegenden werden diese niedrigsten Flächen von engen Thälern gebildet, in welchen sich das Fluthgewässer nie weit von seinem Bette entfernt und immer wieder in dasselbe zurückkehrt. Je tiefer in diesen Thälern eine Stelle ist, desto höher stellt sich das Fluthwasser, entweder ohne, oder mit nur mäßiger Bewegung

Digitized by Google

über sie, und läßt nach Maasgabe dieser Höhe mehr oder weniger Schlick auf sie fallen, und so wirkt diese Ablagerung auf die Ausgleichung dieser Thalflächen hin.

Es bilden sich indessen auch öfter längs den Ufern der Flüsse hohe Ränder, welche daher zu rühren scheinen, daß das bei der Fluth im und über dem Bette fließende Wasser weit mehr Material mit sich führt, als das sich über die Thalfläche fortbewegende; sobald daher das erstere aus dem Bette heraustritt, läßt es, wegen der alsbaldigen Einwirkung der Adhäsion, sogleich einen Theil dieses Materiales sinken, und bewirkt hierdurch nach und nach jene Erhöhungen.

Verhindert wird diese Ablagerung da, wo sich noch außerhalb dem natürlichen Flußbette ein Fluthstrom bildet, welcher wegen seiner Geschwindigkeit kein Material sinken läßt, zuweilen sogar sich ein eigenes Bett auswühlt.

In ebenen Gegenden verbreitet sich die ausgetretene Fluth oft über große Flächen, und da sie hier nicht sobald wieder zurückkehrt, schwächt sie oft den Fluß so sehr, daß er nicht mit hinreichender Kraft auf sein Material zu wirken vermag; die große Ausdehnung der Flächen, über welche sich daselbst die ausgetretenen Gewässer verbreiten, verhindern dann eine schnelle Erhöhung der Niederungen, weil sie entweder schon zeitlich ihr Material sinken lassen und bereits abgeklärt in den vom Bette entfernten Distrikten ankommen, oder erst nach der Ueberströmung großer Strecken, auf welchen sie wegen ihrer Geschwindigkeit keine Ablagerung bewirken können, die hierzu nöthige Ruhe finden. Oder im Allgemeinen: je größer die Flächen sind, über welche sich die Ueberschwemmungen verbreiten, desto mehr vertheilt sich die durch sie bewirkte Ablagerung, desto geringer ist sie daher an jedem einzelnen Punkte.

Dasjenige Material, welches die Gewässer der Flüsse noch enthalten, wenn sie in das Meer treten, lagern sie vor ihren Mündungen nieder; diese Ablagerung steigt dann nach und nach aus dem Spiegel desselben hervor, überzieht sich mit Vegetation und erhebt sich, von dieser begünstiget, immer höher als neues

Digitized by Google

Land empor; findet indessen vor den Mündungen Strömung statt, so treibt dieselbe das abgelagerte Material an einer andern Stelle an die Küste, und es entsteht auf dieselbe Art, entfernt von der Ausmündung der Flüsse, die von ihnen veranlaßte Anlandung. Auf ähnliche Art führen diejenigen Flüsse, welche sich in Seen ausmünden, diesen Material zu, welches sich auf den Grund derselben auflagert, sie nach und nach ausfüllt und so an ihrer Stelle festes Land bildet.

§. 14. Eisgang.

Das Zufrieren der Flüsse erfolgt im nördlichen Clima jedes Jahr, im gemäßigten nur in den kältern Wintern und in der heißen Zone niemals. Bildet sich nur Eis an den Ufern, ohne daß der Fluß zufriert, so hat dies keine bedeutende Folgen. Das Eis der zugefrornen kleinen Flüsse setzt sich gewöhnlich an vielen Stellen an den Gesträuchen der Ufer fest und hebt sich nicht allenthalben bei dem durch das Aufthauen veranlaßten stärkeren Wasserzuflusse; letzterer fließt dann einige Zeit über dasselbe hin und verschmilzt es zum Theile schon, ehe es seine Stelle verläßt.

Da sich auf diese Weise nicht die ganze Eisdecke auf einmal in Bewegung setzt und vieles Eis schon an seiner ursprünglichen Stelle verschmilzt, so ist der Eisgang in kleinen Flüssen gewöhnlich von keinen bedeutenden Folgen; dagegen bricht bei dem durch das Thauwetter veranlaßten stärkeren Wasserzuflusse die Eisdecke breiter Flüsse plötzlich auf und verursacht die oft mit großen Verheerungen begleiteten Eisgänge.

Da das Eis um $\frac{1}{10}$ seiner Masse leichter ist, als das Wasser, so hebt die vermehrte Wassermasse im Bette die Eisdecke, nach Maasgabe des Steigens des Wasserspiegels, in die Höhe, und da die Ufer flache Abdachungen haben, so hört mit diesem Emporsteigen das Anschließen der Eisdecke an dieselben auf, und es entsteht ein Zwischenraum zwischen jedem Ufer und der Eisdecke.

Hiermit gehen alle an den Ufern befindlichen Haltpunkte

Digitized by Google

verloren, wodurch diese Decke verhindert wurde, der Fortbewegung des Wasserstromes zu folgen; die Eisdecke, welche nunmehr einen auf dem Wasserspiegel des Stromes frei aufliegenden, in seiner ganzen Länge zusammenhängenden und somit ein Ganzes bildenden Streifen darstellt, hat dann der ganzen Gewalt der Adhäsion zu widerstehen, mit welcher die Bewegung aller unter ihr hinfließenden Wassertheilchen sie mit sich fortzuführen strebt.

Wäre dieser Eisstreifen gleich breit und bildete er eine gerade Linie, so würde er alsbald in das offene Meer hinausfließen; allein die stellenweise Ausdehnung seiner Breite und seine gebogene Form in den Flußkrümmungen veranlaßt ein stellenweises Anschieben an die Ufer.

Da der oben beschriebene Eisstreifen nur nach einer Richtung fließen kann, so zerlegt sich die Gesammtgewalt der Adhäsion, oder die Kraft, mit welcher das unter der Eisdecke hinfließende Wasser auf die Fortbewegung dieses Eisstreifens hinwirkt, in so viele Theile, als Richtungen seiner Bewegung vorhanden sind. Es erscheint hiernach die in jeder geraden Flußstrecke vorkommende Kraft, mit welcher die Eisdecke fortzurücken strebt, als vereinigt, und die in jeder Krümmung vorkommende Kraft als in unendlich viele Theile zerlegt, indem sich hier die Richtung der Bewegung mit jedem Momente abändert; ferner muß diese Kraft in geraden Flußstrecken von ungleichen Längen diesen Längen proportional sein; endlich muß sich dieselbe immer am unteren Ende jeder geraden Strecke konzentriren. Denn bei dem vorausgesetzten Freiaufliegen des betreffenden Eisstreifens findet er nur am unteren Ende jenen Widerstand, der ihn an seiner Fortbewegung hindert. Die Gesammtkraft der auf die ganze Länge der Streifens wirkenden Adhäsion muß daher vereiniget auf die Stelle wirken, welche jene Fortbewegung nur allein verhindert; sie äußert sich daher auch daselbst durch das Borsten und Zerbröckeln der Eisdecke durch ihre ganze Breite, wodurch dann ihre Fortbewegung in ihrer ganzen Länge gleichzeitig eintritt. Bei dieser Fortbewegung erfolgt, wegen der veränderlichen Breite des Bettes und der

Digitized by Google

wellenförmigen Bewegung des Waſſers, bald das Borſten der ganzen Decke; es ſchieben ſich dann die entſtandenen Trümmer oder Eisſchollen an die in der Krümmung noch feſtſtehende Eisdecke an; die Menge dieſer Schollen und der Druck des durch ſie geſpannten Waſſers zerbröckelt nach und nach die Eisdecke in der Krümmung von oben abwärts ebenfalls; allein bei einiger Ausdehnung dieſer Krümmung erfolgt nicht ſobald ein völliger Durchbruch, es ſchieben ſich vielmehr die Schollen zu hohen Querdämmen auf, welche das Austreten des Waſſers, hiermit große Ueberſchwemmungen, ja ſelbſt zuweilen das Auswühlen neuer Bette veranlaſſen. Dieſe Verheerungen werden begünſtigt, wenn vor dem Durchbruch neuer Froſt eintritt; denn alsdann frieren die zuſammengetriebenen Eisſchollen zu einer neuen dickeren Eisdecke zuſammen, auf der entblößten Flußſtrecke entſteht ebenfalls eine neue Decke und bei deren Aufbruch neue Eismaſſen, welche ſich auf die älteren, in und oberhalb der Krümmung aufgelagerten, aufhäufen, und ſo die völlige Verſtopfung der Bette bewirken. Außerdem erfolgt in dem Augenblick, wo ſich die Eisdecke in Bewegung ſetzt und während der Zertrümmerung derſelben ein Anſtoßen an alle Hervorragungen an den Ufern und ein Hinaufſchieben von Eisſchollen, wo dieſe Stellen flach ſind. Hierdurch entſtehen Abſchälungen der Pflanzenerde und Zerſtörungen der Uferbauwerke.

Nach dieſen Naturgeſetzen wird es klar, wie der Aufbruch immer am unteren Ende der längſten geraden Flußſtrecken zuerſt, in den Krümmungen zuletzt und oft weit ſpäter erfolgt, wie ſich immer am oberen Ende dieſer Krümmungen die ſo ſehr gefürchteten Eisſtopfungen bilden und ſo die Nachtheile vermehren, welche dieſe Krümmungen ſchon außerdem nach §. 9 verurſachen.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Staatswirthschaftliche Grundsätze für alle Arten von Wasserbau-Unternehmungen.

Fassen wir die in der Einleitung aufgeführten Vortheile, welche uns die Wasserbaukunde verheißt, wiederholt ins Auge, so finden wir, daß sich die meisten durch eine Geldsumme ausdrücken lassen; betrifft es z. B. die Zuleitung von Wasser an einen Ort, wohin es bis dahin aus einiger Entfernung getragen werden mußte, so wird der Werth dieses Vortheiles gefunden, wenn man die Arbeit und Versäumniß, welche das Zutragen allen damit beschäftigten Personen verursachte, in eine Geldsumme bringt und von dieser den Betrag der nach geschehener Zuleitung noch verbleibenden Mühe des Wasserholens abzieht.

Betrifft es die Sicherung der Grundstücke einer Bergfläche vor dem Abstößen der Dammerde, oder die Be- und Entwässerung von Grundstücken, so ergeben sich die Vortheile dieser Anstalten durch die Vergleichung des Ertrages dieser Grundstücke vor und nach der Errichtung der betreffenden Anstalten.

Betrifft es die Benutzung von Wasserfällen zu Mühlenanlagen, wo dergleichen früher noch nicht existirten, so kommt der ganze Ertrag derselben in Anschlag.

Betrifft es die Schifffahrt, so ergibt sich der Geldwerth einer dahin einschlagenden Verbesserung in der dadurch zu erzielenden Verminderung der Transportkosten aller Güter, zu deren Fortschaffung die betreffende Anstalt benutzt wird.

Betrifft es die Abwendung von Ueberschwemmungen, so ergibt sich der Geldwerth der dadurch zu erlangenden Vortheile durch die Ermittelung des im Durchschnitt früher erlittenen Verlustes, oder auch der erhöhten Rente von den beschützten Grundstücken ꝛc.

Nur bei einigen Anstalten ist die Ausmittelung ihres Werthes mit größeren Schwierigkeiten verbunden, nämlich bei An-

Digitized by Google

stalten zur leichteren Abwendung von Feuersbrünsten, bei der Vertauschung eines gesunden gegen ein ungesundes Trinkwasser und bei der Entfernung von verpesteter Sumpfluft. Aber auch hier möchten auf folgende Weise annähernde Summen gefunden werden können.

1. Bei der Verbesserung der Löschanstalten durch die Annäherung der Wasservorräthe könnte die Verminderung der Gefahr so angeschlagen werden, wie sie eine Assekuranzgesellschaft berechnen würde; die auf diese Weise sich ergebende Verminderung des Betrages einer idealen Assekuranz würde der Betrag des Werthes der betreffenden Anstalt sein und sich nach dem Werthe aller verbrennbaren Gegenstände abmessen, welche die Schutzanstalt zu genießen haben würden.

2. Bei der Zuleitung eines gesunden Trinkwassers wären in Anschlag zu bringen: die Kosten, welche der Transport des nächsten gesunden Trinkwassers verursacht haben würde, wenn, zur Vermeidung körperlicher Nachtheile, die Bewohner des betreffenden Ortes sich des ferneren Genusses des ungesunden Wassers hätten enthalten wollen.

3. Bei der Entfernung der Sumpfluft endlich wäre der Werth der sämmtlichen unbeweglichen Güter in Anschlag zu bringen, welche in der verpesteten Region gelegen sind und hätten unbenützt verlassen werden müssen, wenn die Bewohner sich der betreffenden Gefahr hätten entziehen wollen.

Ist auf diese Art der Bruttoertrag der bewirkten Verbesserungen oder der gegründeten Anstalten gefunden, so sind von demselben die Kosten dieser Verbesserungen und Anstalten abzuziehen, um den reinen Ertrag oder ökonomischen Effekt derselben kennen zu lernen.

Dieser ökonomische Effekt ist mit anderen Worten die durch jede betreffende Maasregel zu bewirkende Vermehrung des Nationaleinkommens, und diese Vermehrung des Nationaleinkommens muß und kann nur hauptsächlich das Ziel sein, welchem die Wasserbaukunde nachzustreben hat. Bei jeder in ihr Gebiet gehörigen Frage, die nicht ein noch edleres Gut — die mensch-

Digitized by Google

liche Gesundheit — berührt, kann nie eine andere Rücksicht Platz greifen, und nur diese Grundlage bietet einen sichern Anhaltpunkt bei jedem aufsteigenden Zweifel und jeder Vergleichung des Erfolgs der einen mit der andern Benutzungsart des Wassers dar.

Man wird leicht einsehen, daß nicht der Kapitalaufwand der Verbesserung oder Anstalt, sondern dessen Zinsen von dem jährlichen Mehrertrage abgezogen, und daß diesen Anlagekosten auch die Unterhaltungskosten beigefügt werden müssen.

Eine Wiesenfläche von 100 Morgen werde z. B. mit Bewässerungsanstalten versehen; der jährliche Ertrag jedes Morgen sei 6 Thlr. gewesen, und durch die Bewässerung werde er auf 10 Thlr. gebracht: so würde der Gesammtertrag von 600 auf 1000 Thlr. gesteigert werden, daher der Bruttoertrag der Anstalt 400 Thlr. betragen. Gesetzt ferner, die Bewässerungsanstalten erforderten einen Kapitalaufwand von 1000 Thlr. und die jährliche Unterhaltung derselben betrage 10 Thlr.: so erhalten wir an Zinsen des Anlagekapitals zu 4 Prozenten 40 Thlr., hierzu die Unterhaltungskosten, macht 50 Thlr. Gesammtaufwand; dieser vom obigen Bruttoertrage abgezogen, bleiben 350 Thlr. Nettoertrag oder ökonomischer Effekt.

Gesetzt, eine Dorfgemeinde habe ihr reines Wasser aus der Entfernung einer Viertelstunde herbeizuholen, sie bestehe aus 200 Haushaltungen, aus deren jeder im Durchschnitte täglich zweimal nach dem Brunnen gegangen werden müsse; jeder Gang mit Aufenthalt betrage 35 Minuten, also an jedem Tage 70 Minuten, dies 365mal, beträgt für jede Haushaltung 25,550 Minuten, also für 200 Haushaltungen 85,166 Stunden 40 Minuten; jede dieser Stunden zu ¼ Ggr. gerechnet, beträgt 887 Thlr. 3½ Ggr. Hiergegen berechne man den Zeitaufwand nach der Herbeileitung des Wassers für jeden Gang zu 10 Minuten, also an jedem Tage 20 Minuten, macht in 365 Tagen 7300 Minuten; demnach für 200 Haushaltungen 24,333 Stunden 20 Minuten: jede Stunde zu ¼ Ggr. gerechnet, beträgt 253 Thlr. 11¼ Ggr.

Digitized by Google

Diesen Betrag von dem obigen abgezogen, bleibt 633 Thlr. 16⅔ Ggr. Bruttoertrag.

Die Anlage der Wasserleitung koste 800 Thlr., hiervon die jährlichen Zinsen 32 Thlr., hierzu die jährlichen Unterhaltungskosten 8 Thlr., beträgt 40 Thlr., diese von dem obigen Bruttoertrage abgezogen, ergibt sich als reiner Ertrag oder ökonomische Effekt 593 Thlr. 16⅔ Ggr.

So vortheilhaft sich auch das Resultat dieser beiden Anstalten herausstellt, und bei dieser Gattung von Wasserbauten gewöhnlich in der Wirklichkeit erscheint, so steht man doch oft Wasserbauten ausführen, wobei die Anlage- und Unterhaltungskosten den Bruttoertrag übersteigen, als z. B. bei vielen Arten von Flußbauten.

Um daher nicht in der Gefahr zu schweben, seinen Zweck gänzlich zu verfehlen, und im Stande zu sein, die nützlichern Bauten den weniger nützlichen vorangehen zu lassen, ist es nöthig, daß dem Entwurfe jedes Wasserbauwerkes die Berechnung seines ökonomischen Effektes vorausgehe, wobei ich jedoch bemerken muß, daß hier nur selten ausführliche und detaillirte Berechnungen verlangt werden, sondern daß es nur darauf ankömmt, einen deutlichen Begriff von der Größe des ökonomischen Effektes mit dem Entwurfe jedes Wasserbauunternehmens zu verbinden.

Diese mehr oder weniger ausführliche Berechnung bietet außerdem noch folgende Vortheile dar:

1. Oft kann derselbe Zweck auf verschiedene Art erreicht werden; berechnet man daher den ökonomischen Effekt der einen und der andern Art, so ergibt es sich, welche von beiden den Vorzug verdient.

2. Aus den obigen Berechnungen geht hervor, daß der ökonomische Effekt sehr von dem Betrage der Bau- und Unterhaltungskosten der betreffenden Anstalten abhängt; je kleiner daher diese letztern sind, desto vollkommner wird der Zweck des Baues, die Hervorbringung des größtmöglichen ökonomischen Effektes, erreicht. Werden daher die Baumeister öfter zur Berechnung dieses

Digitized by Google

ökonomischen Effektes veranlaßt, so werden sie immer mehr ihre Hauptbestimmung erkennen, daß sie, so viel dies von ihnen abhängt, das Einkommen ihrer Nation zu vermehren haben und nicht weiter — wie bisher zuweilen geschah — mit großen Mitteln kleine Zwecke erstreben.

3. Oft wird dasselbe Wasser für mehrere Zwecke zugleich in Anspruch genommen, oder es bringt eine Art der Benutzung desselben an einem Orte gewisse Nachtheile hervor; es entsteht dann oft die Frage; ob es zur Bewässerung von Wiesen, zum Betrieb hydraulischer Maschinen, oder zur Speisung eines Schiffahrtskanales, oder eines Grabens zum vortheilhafteren Betriebe städtischer Gewerbe solle benutzt werden; oder auch, ob dasselbe zum Besten einer hydraulischen Maschine in die Höhe gestaut, und dadurch die oberhalb gelegenen Ländereien in Sümpfe verwandelt werden dürfen, oder ob zum Besten dieser Ländereien jene Maschine einen Theil ihres Gefälles aufzugeben habe?

Diese Fragen, welche zum Behufe der Wasserbaugesetzgebung näher zu erörtern sind, können nur durch die Vergleichung des ökonomischen Effektes der betreffenden Anstalten genügend beantwortet werden.

Zur möglichsten Ersparung der Bau- und Unterhaltungskosten überhaupt ist es nöthig, daß bei dem Entwurfe zu jedem Wasserbauwerke darauf gesehen werde, daß nicht zur Ersparung von Unterhaltungskosten das Anlagekapital unverhältnißmäßig vergrößert, und umgekehrt, daß nicht zur Ersparung am Anlagekapital die spätern Unterhaltungskosten zu sehr gesteigert werden; daß daher in zweifelhaften Fällen durch ausführliche Berechnungen das vortheilhafteste Verhältniß zwischen diesen beiden Arten von Aufwand aufgesucht werde.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zum unmittelbaren Gebrauche in den Haushaltungen und bürgerlichen Gewerben.

§. 1. Aufzählung der künstlichen Mittel zur Herbeischaffung des für die Haushaltungen nöthigen Wassers.

Da nach Abschnitt I. §. 4. die Quellen auf der Erdfläche sehr ungleich vertheilt vorkommen und die Bevölkerung sich nach ganz andern Gesetzen über dieselbe ausbreitet, so tritt sehr häufig die Nothwendigkeit ein, daß größere oder kleinere bewohnte Orte sich das für ihre Haushaltungen nöthige Wasser durch künstliche Mittel verschaffen. Diese Mittel sind folgende:

1. Das Zutragen oder Zufahren durch Menschen oder Thiere.
2. Das Zuführen von Quellwasser durch Röhrenleitungen.
3. Das Anlegen gegrabener oder gebohrter Brunnen und das Herausheben des Wassers aus denselben.
4. Das Ausheben des Wassers aus vorüberfließenden Gewässern, und das Zuführen desselben durch Röhren.
5. Das Auffammeln von Regenwasser von den Dächern der Gebäude.

Bevor jedoch in jedem vorkommenden Falle unter diesen verschiedenen Mitteln das vortheilhafteste ausgewählt werden kann, müssen wir noch einige Untersuchungen anstellen und diese Mittel selbst noch näher kennen zu lernen suchen.

§. 2. Verschiedene Güte des Wassers.

Im Abschnitte I. §. 4. haben wir gesehen, wie die verschiedenen Mineralmassen der Gebirge von ihren Bestandtheilen an die sie berührenden Gewässer abgeben und sie so mehr oder weniger verunreinigen.

Die gewöhnlichste Beimischung ist etwas Kohlensäure, welche dem Wasser einen ganz mäßig mehr oder weniger angenehm

Digitized by Google

säuerlichen Geschmack gibt, in Gasgestalt in den Quellen aufsteigt und sich in kleinen Bläschen an die Wände der Gefäße ansetzt. Diese Beimischung ist sowohl beim Trinken als beim übrigen Gebrauche in der Haushaltung völlig unschädlich; das Wasser erhält im Gegentheile dadurch beim Trinken große Vorzüge vor dem ganz reinen Wasser, welches einen unangenehm matten Geschmack hat.

Eben so unschädlich ist die Beimischung von Eisen, welche ebenfalls in größerer oder kleinerer Menge in allen Brunnenwässern vorkömmt. Unter den auf eine nachtheilige Weise verunreinigten Wässern unterscheidet man hauptsächlich harte und weiche Wässer. Erstere werden durch die Beimischung von schwefelsaurem Kalke (Gyps) unbrauchbar zum Weichkochen der Hülsenfrüchte und der Seefische, so wie zum Waschen mit Seife, da sie letztere so zersetzen, daß das Fett, welches sich vom Kali schejdet, in Gestalt kleiner Flocken auf und in dem Wasser schwimmt; die Seife bildet daher auch den leichtesten Probierstein zum Erkennen dieses Wassers.

Beim Trinken ist es dagegen wohlschmeckender als das weiche Wasser, welches kohlensauren Kalk oder Thon beigemischt enthält.

Diese dem harten und weichen Wasser beigemischten Substanzen, so wie das Eisen, scheiden sich beim Kochen theilweise aus, und setzen sich als Pfannenstein theilweise auf den Boden und die Wände der Kochgefäße ab.

Noch schädlicher ist die Verunreinigung des Wassers durch zersetzte organische Körper, wie jenes, welches aus Sümpfen und Flachsröſten kömmt, oder Mistpfuhl und Kloaken aufnimmt.

Da auf diese Weise das Wasser durch fremde Beimischungen für den einen oder den andern Gebrauch der Haushaltungen, mehr oder weniger untauglich, und selbst der menschlichen Gesundheit schädlich wird, so ist das erste Augenmerk bei der zu treffenden Wahl der zu seiner Herbeischaffung zu ergreifenden Maasregeln auf seine Reinheit und Güte zu richten.

Digitized by Google

In Gay Lussac's Annalen der Chemie und Physik, November 1826, und in Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik, 11. Heft, 1828, befindet sich ein Vorschlag, wonach durch eiserne Zapfen die der Gesundheit schädliche Auflösung in Bleiröhren, mittelst elektrischer Einwirkung aufgehoben werden soll; dies führt auf den Gedanken, daß die schädlichen mineralischen Beimischungen durch chemische Reagentien schon in den Brunnenkammern und in den Becken der gegrabenen Brunnen ausgeschieden, oder neutralisirt werden könnten, wie bereits hier und da der Gebrauch besteht, in die letztern Brunnen Kochsalz zu werfen.

Vielleicht ist dieser Gegenstand dazu geeignet, zu einer Preisfrage gewählt zu werden.

§. 3. Zutragen des Wassers.

Bei dem unmittelbaren Schöpfen und Zutragen oder Zufahren des für die Haushaltungen nöthigen Wassers wird kein Aufwand für die Anlage oder erste Einrichtung der Anstalt; dagegen aber um so mehr für die tägliche Benutzung oder Unterhaltung nöthig. Obwohl dies das roheste Mittel zur Herbeischaffung des Wassers ist, so werden wir doch späterhin auf Verhältnisse stoßen, unter welchen es dennoch als das vortheilhafteste erscheint.

§. 4. Zuleitung von Quellen.

Liegt eine Quelle höher als der Wohnsitz, an welchem sie benutzt werden soll, und wird sie von demselben durch kein dazwischenliegendes Thal getrennt, so würde deren Zuleitung durch ein offenes Gräbchen als ein sehr leichtes Mittel erscheinen, sie demselben zuzuführen: allein der in Beziehung auf das Trinkwasser sehr allgemein ausgebildete Sinn für Reinlichkeit verlangt eine geschlossene Leitung. Es wird daher selbst bei den rohesten Dorfbewohnern die Fassung der Quellen und die Zuleitung des Wassers mittelst Röhrenfahrten nothwendig.

Diese Fassung der Quellen muß bei jeder Anlegung einer Röhrenleitung geschehen, theils um das Wasser sicher in die Röh-

Digitized by Google

ren einmünden zu können, theils um dasselbe vor Verunreinigung zu schützen, eine solche Fassung nennt man auch eine Brunnenkammer. Die Quelle wird zu diesem Behufe mit wasserdichtem Mauerwerk umgeben, zu dessen besserer Verwahrung man auch zwei parallele Mauern aufführt, zwischen welche man eine Schicht Thon einstampft.

Das Wasserbecken in der Brunnenkammer muß eine Tiefe von einigen Fuß haben, um die Einmündung der Röhrenfahrt so anlegen zu können, daß sie weder den Boden noch den Wasserspiegel berührt, damit weder auf erstern gesunkene noch auf letzterm schwimmende Unreinigkeiten hineingelangen können, auch keine Luft in diese Einmündung mit eintrete, da diese das regelmäßige Fortfließen stören würde.

Es muß zu diesem Behufe der Ausfluß der Röhrenleitung so regulirt werden, daß in trockener Jahreszeit, bei geringem Wasserzufluſſe, der Wasserspiegel der Brunnenkammer nie bis zu dieser Oeffnung herabsinke.

Für den Ueberfluß des Quellwassers ist eine Ausgußmündung nöthig, welche aber, gleich der Mündung der Röhrenfahrt, mit einem Seiger zu verschließen ist, damit keine Amphibien ꝛc. in die Brunnenkammer gelangen können. Zur vollkommenern Reinhaltung wird ferner die Brunnenkammer überwölbt und mit einer dichten Thüre versehen.

Da bei größern Städten das Wasser der umliegenden Quellen gewöhnlich nicht hinreicht, um das Bedürfniß zu befriedigen, so ist daselbst die Verstärkung der vorhandenen, und die Eröffnung neuer Quellen von großem Nutzen.

Bevor man sich jedoch damit befassen kann, hat man die geognostischen Verhältnisse der Bergflächen genau zu ermitteln, an welchen man die Vermehrung des Quellwassers bewirken will. Das Gelingen eines solchen Unternehmens ist nämlich nur dann zu erwarten, wenn das von der oberhalb gelegenen Bergfläche aufgenommene Wasser aus einer in geringer Tiefe unter der Oberfläche der Berglehne befindlichen undurchdringlichen Mineral-

Digitized by Google

schicht abwärts nach dem Thale fließt, und nur zum Theil an dieser Berglehne als Quelle zu Tage tritt, also der übrige Theil unterirdisch zum Thale und in das nächste Flußbett gelangt. In diesem Falle kann dieser letzte Theil des Wassers auf die eine oder die andere Art ebenfalls schon auf der Höhe gefaßt und der Röhrenleitung zugewiesen werden. So beabsichtiget gegenwärtig die Stadt Frankfurt am Main, in eine lange, an einer ganzen Berglehne hinziehende Brunnenkammer das gesammte sich unterirdisch fortbewegende Wasser aufzufangen und in ihre Röhrenleitung aufzunehmen.

Als Stellen, an welchen Quellen nahe unter der Erdfläche hinfließen, die also aufgegraben und zu Röhrenleitungen benutzt werden können, hat man folgende aufgeführt:

1. Da wo an Berglehnen im Frühlinge Wasser ausschwitzt oder kleine Märzquellen ausgehen, da lassen sich zuweilen in größerer Tiefe stärkere Quellen auffinden.

2. Da wo der Boden elastisch ist, sich daher beim darüber Hinweggehen senkt und hebt.

3. Da wo auf ebenen Flächen sich Einsenkungen zeigen.

4. Da wo auf einer trockenen Fläche Sumpfpflanzen wachsen.

5. Da wo auf trockenen Wiesen das Gras frischer und kräftiger wächst.

6. Da wo man vor dem Aufgange der Sonne von einem beschränkten Platze viele Dünste aufsteigen sieht.

Nach den Gesetzen der Hydrostatik setzt sich zwar das Wasser durch die längsten Behälter hin in das vollkommenste Gleichgewicht, gelangt daher auch mittelst sehr langer Röhrenleitungen am Endpunkte zu derselben Höhe, in welcher es am Anfangspunkte in die Röhre tritt; allein wenn schon bei Flüssen eine bedeutende Verzögerung der Bewegung durch die Adhäsion der Wassertheilchen an deren Betten wahrgenommen wird, so muß diese Verzögerung bei Röhrenleitungen um so größer sein, als hier die Wassermasse im Verhältnisse zu den Berührungspunkten an den Röhrenwänden kleiner wird.

Digitized by Google

Wir finden daher bei langen Röhrenleitungen, deren Ausmündungen der Höhe der Einmündungen nahe kommen, ein sehr langsames Ausfließen. Kommt es daher auf ein starkes Ausfließen oder die Förderung einer beträchtlichen Wassermenge an, so muß der Röhrenfahrt ein mäßiges Gefälle, oder wo dieses beschränkt ist, den Röhren eine verhältnißmäßige Erweiterung gegeben werden.

Das meiste Quellwasser scheidet fixe Luft aus, welche man oft in Gestalt von Blasen schon in der Quelle aufsteigen sieht, dieselbe entwickelt sich auch in der Röhrenfahrt und folgt bei schnellfließendem Wasser dem Strome, und gelangt so mit demselben zur Ausmündung; bei langsam fließendem aber steigt sie in Gestalt von Blasen unter der oberen Röhrenwand fort aufwärts zur Quelle zurück; hat die Röhrenfahrt nur wenig Gefälle, so sammelt sich diese Luft vor ihrem Austreten erst in großer Menge an, nimmt daher einen Theil des Raumes der Röhre ein und verzögert auf diese Weise die Fortbewegung des Wassers.

Diese Störung wird bei langsamer Wasserbewegung dann am kleinsten sein, wenn die Röhrenfahrt blos aus einem stark ab- und einem stark aufsteigenden Theile besteht; denn alsdann werden die Luftblasen leicht im ersten Theile zur Quelle zurück und im zweiten mit dem Wasser zur Ausmündung gelangen; hat dagegen die Röhrenleitung eine flache Lage, so muß schon bei der Anlage auf dieses Hinderniß Rücksicht genommen werden, indem der Leitung entweder ein stärkeres Gefälle, oder weitere Röhren, oder Luftstöcke gegeben werden.

Diese Luftstöcke sind unerläßlich, wenn die Leitung über einen Bergrücken oder Hügel geführt wird und keine starke Wasserbewegung statt findet; denn alsdann häuft sich die Luft auf dem höchsten Punkte des Hügels in den Röhren so an, daß dieselbe nach und nach deren ganze Weite ausfüllt, daher die Bewegung des Wassers völlig aufhebt; wird dagegen ein Röhrenstock auf dem höchsten Punkte aufgerichtet, so steigt diese Luft durch denselben heraus, ohne die Wasserbewegung zu stören.

Digitized by Google

Diese fixe Luft ist auch die Ursache, aus welcher heberartige Wasserleitungen über Bergrücken, welche die Höhen der Quellen übersteigen, nicht wohl zu Stande kommen können; denn im Falle man auch die Fortbewegung des Wassers in Gang gebracht haben würde, so würde es durch die sich im Scheitel sammelnde Luft seinen Zusammenhang verlieren, oder durch einen Luftstock die Wirkung der bewegenden Kraft (der Druck der Luft) aufgehoben werden.

Nach Abschnitt I. §. 1. übt das Wasser gegen die Wände der es einschließenden Gefäße einen Druck aus, welche dem Gewichte derjenigen Wassermasse gleich kömmt, deren Inhalt man findet, wenn man die Quadratfläche dieser Wände mit der Höhe des eingeschlossenen Wassers vermehrt. Hiernach haben die Röhren der Wasserleitungen einen um so größeren Druck zu erleiden, je größer ihr innerer Umfang oder ihre Weite ist und je tiefer sie sich unter die Höhe ihres Ausflusses hinabsenken, oder auch, je tiefere Thäler sie durchschneiden.

Hierauf ist bei der Wahl des Materiales zu den Röhren und bei der Bestimmung der Dicke ihrer Wände besondere Rücksicht zu nehmen. Nach der Erfahrung widerstehen thönerne Röhren am wenigsten, hölzerne zwar mehr, aber bei einigermaßen großen Tiefen ebenfalls nicht hinreichend, diesem Wasserdrucke; metallene sind zwar am stärksten, dennoch muß die Dicke ihrer Wände mit den zu durchschneidenden Tiefen in Einklang gebracht werden.

Nach den hier gegebenen Andeutungen kann nunmehr auch über die den Röhrenleitungen zu gebende Direktion geurtheilt werden. Die kürzeste Linie ist zwar im Allgemeinen auch hier die zweckmäßigste; doch ist eine kleine Verlängerung derselben zu Gunsten einer ebeneren Lage, besonders zur Ausweichung tiefer Thäler, oft vortheilhafter; ferner ist es gut, wenn man Felsen, Moräste und Gewässer vermeiden kann, weil daselbst das Einlegen der Röhren schwieriger ist, als auf lockerem und trockenem

Digitized by Google

Boden; endlich sind unkultivirte Flächen den kultivirten vorzuziehen, da bei ersteren die Störungen in der Benutzung derselben, welche das Anlegen und Erhalten der Röhrenfahrt veranlaßt, vermieden werden.

Die am gewöhnlichsten angewendeten Röhren sind die hölzernen, hierzu werden einläufige Eichen-, Buchen-, Ulmen-, Birken-, Fichten- und Kiefernstämme genommen; dieses Holz muß frisch gebohrt und dann bis zur baldigen Verwendung im Wasser aufbewahrt werden, damit es nicht aufreiße und auch gehörig auslauge; letzteres, um dem Wasser keinen üblen Geschmack mitzutheilen, worauf besonders bei dem Eichenholze zu sehen ist.

Bei hölzernen Röhren, die keinen starken Druck auszuhalten haben, nimmt man die innere Weite als nothwendige Stärke jeder Wand an, wodurch für den Stamm eine Dicke entsteht, welche das Dreifache dieser inneren Weite beträgt.

Bei der ersten rohen Behandlung dieser Leitungen höhlte man das eine Ende jeder Röhre trichterförmig aus, hieb das anstoßende Ende der nächsten Röhre kegelförmig zu und trieb dieses in jenes ein. Allein später wendete man fast allgemein eiserne Büchsen zur Verbindung der einzelnen Röhrenstücke an. Die eiserne Büchse besteht aus einem Ring, dessen beide Ränder scharf sind und welcher in der Mitte der Außenseite einen vorstehenden Reif hat, seine Weite beträgt zwei Zoll mehr als die Weite der Röhren; derselbe wird in das Stirnholz der bereits gelegten Röhre eingetrieben, wobei man ein Brettstück auf ihn hält und auf dieses heftig aufschlägt. Die Büchse muß genau das Bohrloch in ihre Mitte nehmen, also ringsum einen Zoll Holz fassen; hierauf wird die nächste Röhre an die Büchse angesetzt und mittelst starken Schlägen gegen dieselbe angetrieben, wobei sich der andere scharfe Rand der Büchse in das Hirnholz dieser zweiten Röhre eintreibt und so beide mit einander verbindet.

Thönerne Röhren sind zwar nicht gleich den hölzernen der Fäulniß unterworfen; allein wenn sie nicht gut gebrannt sind,

Digitized by Google

haben sie dennoch keine lange Dauer; sie können dem Drucke des Wassers nicht viel widerstehen, können daher auch nur zu solchen Wasserleitungen verwendet werden, bei welchen kein starkes Aufsteigen vorkömmt; ferner erzeugt sich darin sehr gerne der sogenannte Fuchsschwanz, ein buschiges Gewächs, welches nach und nach die ganze Weite der Röhre ausfüllt und den Wasserlauf aufhebt. Sie erhalten eine Länge von zwei bis drei Fuß, und werden so geformt, daß sich immer das eine Ende der einen in das anstoßende Ende der anderen Röhre 3 Zoll tief einstecken läßt; die Verbindung geschieht durch Wasserkitt.

Röhren von Gußeisen sind für größere Anlagen, und da, wo das Eisen verhältnißmäßig leichter, als das oft zu erneuernde Holz zu haben ist, die zweckmäßigsten; ihre Anwendung wird daher auch immer allgemeiner. Bestehen sie aus zähem Eisen, so können ihre Wände sehr dünn sein; denn der Druck einer Wasserhöhe von 140 Fuß beträgt auf den Quadratzoll beiläufig 62 Pfund; dies ist nach Versuchen, welche man mit der hydraulischen Presse angestellt hat, noch nicht $^1/_{10}$ desjenigen Druckes, den eine Röhre aus gutem Gußeisen bei 1 Fuß Durchmesser und $^1/_8$ Zoll Dicke zu ertragen vermag. Man hat daher den eisernen Röhren an der sehr bedeutenden Wasserleitung zu Philadelphia bei 20 Zoll Weite eine Dicke von $^1/_2$ Zoll, bei einer Weite von 10 Zoll eine Dicke von $^3/_8$ Zoll und bei einer Weite von 5 Zoll eine Dicke von $^1/_4$ Zoll gegeben; die zweckmäßigste Länge der einzelnen Stücke ist 9 Fuß. Sie werden auf zwierlei Art zusammengefügt; bei der ersten Art erhält jedes Ende der Röhren einen runden Kranz mit Schraubenlöchern, werden zwei solche Röhren gegen einander gehalten, so bedecken sich die Flächen beider Kränze wechselweise, zwischen beide wird ein gleich großer Kranz Hutfilz gelegt und dann werden sie fest zusammengeschraubt.

Die zweite Art — das Picpengefüge — ist jenes, welches oben bei den thönernen Röhren beschrieben wurde; es ist zu London und Philadelphia, so wie in Deutschland am meisten

Digitized by Google

gebräuchlich; man wendet zur wasserdichten Verbindung sowohl Kitt, als auch Blei an; letztere Art hat sich am meisten bewährt. Man legt hierbei einen eisernen Ring, welcher aus zwei durch ein Gewerbe verbundenen Hälften besteht, über die Fuge, und zieht ihn mittelst einer Schraube, welche beide Hälften mit einander verbindet, fest an; darauf verschließt man die Fugen zwischen seinen Rändern und den Röhren mit Thon, und gießt hierauf das Blei in die zwischen beiden Röhren befindliche Fuge ein.

Müssen solche Röhren auseinander genommen werden, so macht man Kohlenfeuer unter die Fugen und läßt das Blei herausschmelzen.

Die geringe Auflösung, welche beim Durchfließen des Wassers durch eiserne Röhren erfolgt, hat man allgemein als unschädlich erkannt. Durch den Rost werden diese Röhren zwar nach und nach zerstört; allein dies erfolgt so langsam, daß man sie allgemein für sehr dauerhaft hält.

Bleierne Röhren werden aus Tafelblei zusammengelöthet und auch beim Verlegen durch Schlagloth verbunden; sie sind zwar die dauerhaftesten, da jedoch die im Wasser befindlichen Säuren das Blei auflösen und dasselbe auf eine der menschlichen Gesundheit nachtheilige Weise verunreinigen, so hat man deren Anwendung bei Brunnenleitungen sehr häufig verboten und sie nur zu Wasserleitungen in Lustgärten benutzt. Durch das §. 2 erwähnte Mittel kann vielleicht noch dieser Nachtheil entfernt werden.

Da bei strenger Kälte das Wasser in den Röhrenleitungen gefrieren und dabei selbst die Röhren zersprengen, auch im Sommer die Hitze das Wasser zu sehr erwärmen würde, wenn man die Röhren oberflächlich auf der Erde hinführen würde, so sind sie bis in diejenige Tiefe zu versenken, in welcher sie der Frost und die Sonnenhitze nicht erreicht.

Digitized by Google

Um bei jeder eintretenden Stockung des Waſſerlaufs den Sitz des Uebels leicht entdecken zu können, werden von 100 zu 100 Fuß Oeffnungen in der Röhrenleitung angebracht, welche ſorgfältig zugeſtopft und jedesmal der Reihe nach geöffnet werden. Mittelſt dieſer Oeffnungen wird auch beim jedesmaligen Anlaſſen des Waſſers der durch eine Senkung (ein Thalprofil) geführten Leitung zuerſt der tiefſte Theil, und von da nach beiden Seiten aufſteigend geſchloſſen, damit keine Luft mit eingeſchloſſen und dadurch der Waſſerlauf geſtört werde.

Das durch die eine oder die andere Art von Röhrenleitungen den Städten und Dörfern zugeführte Waſſer läßt man gewöhnlich auf öffentlichen Plätzen in offene Waſſerbecken ausſtrömen, woſelbſt es von den Bewohnern abgeholt wird; liegt indeſſen die Quelle hoch und betrifft es die Zuleitung in eine reiche Stadt mit großen Häuſern, ſo kann man die Leitung bis in die einzelnen Häuſer und Stockwerke fortſetzen, woſelbſt die Ausflußröhren mit Hahnen verſchloſſen werden. Dieſe Hahnen finden auch an öffentlichen Brunnen ihre Anwendung, wenn das Quellwaſſer nicht in Ueberfluß vorhanden iſt. Es muß dann ein Reſervoir mit der Röhrenleitung in Verbindung gebracht werden, in welchem ſich das Waſſer zu der Zeit, wo nicht viele Hahnen geöffnet werden, beſonders bei der Nacht, ſammelt.

§. 5. Anlegung gegrabener Brunnen.

Aus dem im I. Abſchnitte, 4. §. entwickelten Verhältniſſe läßt ſich auf die Tiefe ſchließen, in welcher beim Graben von Brunnen Waſſer angetroffen werden kann. Stellen wir uns vor, die Erdrinde beſtehe aus lauter vom Waſſer durchdringbaren Maſſen, ſo wird der Waſſerſpiegel der nächſten Flüſſe die Höhe der Waſſerſättigung unter allen Erdflächen und Gebirgen beſtimmen, und nur um den Betrag desjenigen Gefälles, welches das in die Oberfläche eingedrungene und ſich bis zur Höhe der Waſſerſättigung heruntergeſenkte Waſſer zu ſeiner Fortbewegung nach

Digitized by Google

den Flüssen nöthig hat, wird die Höhe des darin zurückgehaltenen Wassers das Niveau der nächsten Flüsse übersteigen.

Da in vielen, besonders in flachen Gegenden, die oberhalb dem Niveau des Wasserspiegels der nächsten Flüsse befindlichen Gebirgsarten wirklich aus durchdringlichen Massen bestehen, so tritt daselbst auch das hier angedeutete Verhältniß ein, und es müssen in diesen Gegenden alle Brunnen bis auf die bezeichnete Tiefe ausgegraben werden, worin sich dann auch ein unversiegbarer Wasservorrath vorfinden wird.

Befinden sich dagegen undurchdringliche Massen in einer höheren Lage und haben dieselben geneigte Oberflächen, so fließt das sich über denselben in die Erde eingesenkte Wasser auf denselben nach der tieferen Seite fort, und die bis auf sie gegrabenen Brunnen können nur wenig Wasser enthalten. Ein Eingraben in die undurchdringliche Masse kann die Wassermenge nicht vermehren, und wird daher das Durchbrechen derselben nöthig, welches bei geringer Mächtigkeit zwar leicht ist, mit deren Zunahme aber immer schwieriger wird; weshalb man auf das Graben von Brunnen unter solchen Verhältnissen gänzlich verzichtet, wie dies zu Paris der Fall ist, wo der tiefen Lage der Stadt ohngeachtet, gegrabene Brunnen aus diesem Grunde nicht zu Stande gekommen sind, und deshalb daselbst die Herbeischaffung des nöthigen Wassers mit großen Schwierigkeiten verbunden ist.

Nur da, wo sich auch in höheren Lagen von undurchdringlichen Massen eingeschlossene Wasserbecken befinden, wird das Wasser beim Nachgraben früher erreicht, als wenn diese Massen gänzlich fehlten; werden aber, nach bereits aufgefundenem Wasser, beim fortgesetzten Austiefen, diese Massen oberhalb der allgemeinen Wassersättigung durchbrochen, so geht jenes Wasser wieder verloren. Zuweilen liegen undurchdringliche Massen mit ihrer Oberfläche dem höheren Wasserstande des nächsten Flusses beiläufig gleich; daselbst verlieren die Brunnen, welche bis auf diese Massen oder auch, ohne dieselben zu durchbrechen, in die-

Digitized by Google

selben hineingegraben sind, bei niedrigem Wasserstande des Flusses ihr Wasser und erhalten es bei dessen Anwachsen wieder zurück.

Bei der Wahl des Ortes für die Anlage solcher Brunnen vermeide man die Nähe von stehendem Sumpfwasser, von Mistpfuhl und Abtritten, wähle auch wo möglich einen hoch gelegenen Platz, von welchem das äußere Wasser nach allen Seiten abfließt; kann man jedoch jenen Gegenständen nicht ausweichen, so umgebe man das Mauerwerk, so wie oben bei der Fassung der Quellen erwähnt wurde, mit einer Schichte eingestampftem Thone.

Da man nur zur Zeit, wo die Erdfläche am wenigsten Wasser enthält, die den Brunnen zu gebende Tiefe beurtheilen kann, auch das sich zudrängende Wasser die Arbeit sehr erschwert, so muß man zum Brunnengraben diejenige Jahreszeit wählen, in welcher der Erdboden am trockensten ist, nämlich die Monate August, September und Oktober.

Sobald 6 Fuß tief eingegraben ist, wird ein Haspel über die Oeffnung aufgestellt, womit die Erd- und Steinmasse, so wie auch das Wasser, herausgezogen wird; zur lichten Weite sind 4 Fuß hinreichend, wozu beim Graben noch zweimal 1½, also 3 Fuß für die Mauer hinzukommen, welches 7 Fuß Durchmesser beträgt. Man gibt dem Brunnenschacht eine zirkelrunde Form, weil sich in derselben die Gebirgsmassen leichter gespannt erhalten und daher weniger nachstürzen, sich auch das Mauerwerk gewölbartig einspannen läßt; sind indessen die Gebirgsarten zu locker, so wird der innere Raum von 6 zu 6 Fuß Höhe mit Zimmerwerk ausgesprießt. Ist der Andrang des Wassers stark, so ist es hinreichend, in der oben bezeichneten Jahreszeit noch 4 Fuß tief einzugraben, nachdem es sich eingestellt hat; dringt es aber langsam ein und ist der Brunnen für einen starken Verbrauch bestimmt, so ist es nöthig, etwas tiefer einzudringen.

Digitized by Google

Ist die untere Gebirgsart sehr locker, so wird die Mauer auf einem Kranze von Holz aufgeführt; der untere Theil der Mauer wird ohne Mörtel angefertigt, und hat man große, regelmäßig geformte Steine, so kann man ihn bis zur Höhe der Erdfläche entbehren, muß aber in diesem Falle die Steine gut verspannen, welche sich dann vermöge der Zirkelform der Mauer wechselseitig festhalten.

Da, wo festes Gestein durchschrotet worden ist, da ist die Ausmauerung nicht nöthig; es wird alsdann der Weite die Mauerdicke nicht zugesetzt, und die Fassung des oberen Theiles des Brunnens wird auf dieses Gestein gegründet.

Ist eine dicke, vom Wasser undurchdringliche Schichte bis unter das Niveau der allgemeinen Wassersättigung zu durchbrechen, so ist von Seiten der Arbeiter viele Vorsicht nöthig, damit sie bei der Durchschlagung der gedachten Schicht nicht vom schnell einströmenden Wasser ereicht werden; auch muß bei der Eröffnung verschlossener Brunnen die Reinheit der Luft zuvor durch Feuer geprüft werden, damit niemand darin ersticke.

Das Herausheben des Wassers aus Privatbrunnen und aus öffentlichen Brunnen der Dörfer und Landstädte geschieht häufig mit einem an einer Stange befestigten Haken, oder mittelst einer Rolle, über welche eine Kette mit 2 Eimern hängt, oder auch mittelst Haspeln, Drehrädern ꝛc. Weit bequemer und zweckmäßiger ist indessen die Anwendung von Pumpen; denn hierbei geschieht das Heraufheben des Wassers weit leichter und bequemer, als auf jede andere Art, und man kann die Oeffnung der Brunnen vollkommen verschließen und sie vor jeder Verunreinigung bewahren; ferner kann man hierbei mittelst Röhren das Wasser nach beliebigen Orten und in die oberen Stockwerke der Häuser leiten.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Anwendung der Pumpen in nördlichen Gegenden bildet das Gefrieren des Wassers in den Pumpenstöcken. Diesem Uebel sucht man hier in Hanau dadurch

Digitized by Google

zu entgehen, daß man den Nachtwächtern die Pflicht auflegt, im Winter zur Nachtzeit jede Stunde einige Pumpenstöße an jedem öffentlichen Brunnen zu thun, wodurch sich jedesmal das im Stock gestandene und erkältete Wasser durch wärmeres aus der Tiefe erneuert.

§. 6. Artesische Brunnen.

Diese Brunnen bestehen aus Bohrlöchern, durch welche Wasser aus der Tiefe entweder nahe unter, oder auch über die Erdfläche emporsteigt.

Schon sehr frühe kamen solche Brunnen in der Grafschaft Artois vor und erhielten daher auch ihren Namen; später bohrte man dergleichen auch zu Paris, in England, bei Boston in Amerika ꝛc. Beinahe alle diese Brunnen befinden sich in kreideartigen Kalksteinschichten, welche ober- und unterhalb zwischen wasserhaltigen Gebirgsarten (meist Thonlagern) befindlich sind und das ihre Klüfte ausfüllende Wasser eingeschlossen enthalten; denn vorzüglich nur solche Kalksteinschichten enthalten Klüfte von derjenigen Ausdehnung und jenem Zusammenhange, wodurch eine freie unterirdische Bewegung des Wassers möglich wird.

Diese Kalksteinschichten verbreiten sich in die höheren Gebirge und mittelst des hydrostatischen Druckes steigt das Wasser aus den tiefer liegenden Klüften, sobald sie durch ein Bohrloch geöffnet worden, bis zu der Höhe des damit in Verbindung stehenden, im höheren Gebirge liegenden Reservoirs empor. Ist jedoch ein Ausfluß aus diesen Klüften schon vorhanden, so steigt das Wasser nur im Verhältnisse der Spannung, in welcher es entweder durch die höhere Lage oder die geringe Weite dieses Ausflusses auf der angebohrten Stelle erhalten wird.

Hieraus ergeben sich einerseits diejenigen geognostischen Verhältnisse, unter welchen nur auf einen guten Erfolg beim Bohren auf artesische Brunnen gerechnet werden kann, und andererseits erklärt sich hierdurch jenes wunderbar scheinende Phänomen auf eine sehr natürliche Weise. Indessen gibt es auch Springquellen, besonders Mineralquellen, welche in vollkommener

Digitized by Google

Ebene sich befinden und woselbst das Emporströmen über die Erdfläche durch den hydrostatischen Druck nicht wohl erklärt werden kann. Bei diesen hat man als höchst wahrscheinliche Ursache die Entwickelung von Gas in den unterirdischen Klüften angesehen, welches Gas bei seiner Ausdehnung im eingeschlossenen Raume einen starken Druck auf den Spiegel des unter ihm befindlichen Wassers ausübt und ihm dadurch die Kraft verleiht, über die Erdoberfläche emporzusteigen.

Bei der Anlegung der artesischen Brunnen werden mittelst Erdbohrer die Erd- und Sandschichten, welche sich auf der die wasserenthaltende Steinschichte gewöhnlich bedeckenden Thonlage befinden, und dann diese Thonlage selbst durchbohrt; in die Bohrlöcher werden hölzerne oder eiserne Röhren eingetrieben, dann wird noch so lange mit dem Bohrloch in die Steinschichte tiefer eingedrungen, bis es mit Wasser angefüllte Klüfte erreicht. Springt das Wasser nicht über die Erdfläche, sondern steigt dasselbe nur bis nahe unter dieselbe, dann wird in der oberen Röhre ein Pumpenkolben angebracht *).

§. 7. Zuführung des für die Haushaltungen nöthigen Wassers aus Flüssen.

Das Wasser der Flüsse ist zwar in Beziehung auf chemische Beimischungen gewöhnlich reiner, als das der Quellen, noch öfter aber reiner, als das der gegrabenen Brunnen; allein in Beziehung auf mechanische Beimengung ist es sehr häufigen Verunreinigungen unterworfen, besonders wird es nach starken Regengüssen durch das ihnen zugeführte Material trüb. Aus diesem Grunde wird es zu dem hier betreffenden Zwecke nur dann benutzt, wenn die zuletzt beschriebenen Mittel nicht ausreichen, und dies ist gewöhnlich nur in Städten der Fall, in denen der Bedarf sehr groß ist. Man hat daher schon vor langer Zeit zu London und

*) Eine genaue Anweisung zur Anlegung artesischer Brunnen findet sich im 2ten Hefte des 3ten Bandes von Crelle's Journal für die Baukunst.

Digitized by Google

Paris Wasserräder in die Themse und Seine gelegt, durch welche man das Flußwasser den Stadtbrunnen zuführen ließ, und ist diesen Werken, als sie später nicht ausreichen wollten, durch Dampfmaschinen zu Hülfe gekommen.

In der Folge suchte man durch einen 20 Stunden langen Kanal das Wasser der Flüßchen Ourq und Beuvrone letzterer Stadt in einer solchen Höhe zuzuleiten, daß es keines Hebens bedurfte, sondern durch sein natürliches Gefälle den verschiedenen Theilen der Stadt zugeführt werden konnte, welches jedoch bis jetzt nur theilweise geschehen ist.

Zum Heben von Wasser aus Flüssen werden immer diese Flüsse selbst — sofern sie an den betreffenden Stellen ein hierzu hinreichendes Gefälle haben — die wohlfeilsten Kräfte darbieten, außerdem kann der Wind, Wasserdampf, oder es können Thiere als bewegende Kraft benutzt werden; diese Kräfte werden aber unzweckmäßig verschwendet, wenn man lange Steigröhren, welche der flachen Erhebung des Bodens folgen, mit den Pumpenstiefeln in unmittelbare Verbindung setzt: indem die stoßweise Bewegung des Wassers, welches sich in einer langen Röhre befindet, weit mehr Kraft erfordert, als eine gleichförmige Bewegung desselben. Es muß daher das Wasser entweder in ein senkrecht über der Pumpe angebrachtes Becken gepumpt, und von diesem mittelst seines natürlichen Gefälles den Ausflußröhren zugeführt, oder es muß in einen Windkessel gepumpt und von da durch den gleichmäßigen Druck der eingeschlossenen Luft in die Röhren hineingetrieben werden.

§. 8. Aufsammeln von Regenwasser.

Obwohl das von den Dächern der Gebäude aufgefangene Regenwasser nirgends zum Bedarf der Haushaltungen ihrer Bewohner hinreicht, so kann es doch dazu einen wichtigen Beitrag liefern, wo die Herbeischaffung dieses Bedarfs entweder überhaupt schwierig ist, oder wo die Qualität des vorhandenen Was-

Digitized by Google

sers nicht allen den verschiedenen Bestimmungen desselben entspricht.

Man hat daher in wasserarmen Gegenden unter alle Dächer Rinnen angebracht, welche das Regenwasser in große gemauerte Becken leiten, und an Orten, wo das vorhandene Brunnenwasser hart ist, sammelt man das Regenwasser in großen Fässern zum Waschen auf, und zapft es mittelst Hahnen nach Maasgabe des Bedarfs ab.

In Holland wird das Regenwasser häufig in bleiernen Rinnen aufgefangen, in dergleichen Gefäßen aufbewahrt und zur Bereitung der Speisen verwendet; wodurch wegen der dabei stattfindenden Auflösung des Bleies, Krankheiten, besonders Koliken, erzeugt werden.

Alle diese Anstalten werden zwar blos von den Privaten getroffen, befinden sich aber an einem Orte öffentliche Gebäude, wo das Regenwasser von hohem Werthe ist, so würde auch das Aufsammeln von diesem sehr zweckmäßig sein.

§. 9. Untersuchungen über die Wahl der verschiedenen Arten der Herbeischaffung des betreffenden Wassers.

Bei der hier zu treffenden Wahl kömmt zuerst die Güte der zu vergleichenden Wässer in Betracht. Das Regenwasser ist zwar das reinste, allein während seiner Aufbewahrung verliert es gewöhnlich an seiner Güte, und seine Quantität ist zu klein, um nur ein Hauptbedürfniß zu befriedigen.

Gewöhnlich ist das Quellwasser reiner als das aus gegrabenen Brunnen, man gibt daher auch in der Regel dem erstern den Vorzug, um so mehr, als man es auch durch Röhrenleitungen dem Orte seiner Bestimmung näher bringen, oder doch bei ihm das Pumpen entbehren kann.

So wie man indessen die Güte des Quell- mit derjenigen des Brunnenwassers genau vergleichen muß, ehe man zu irgend einer Anstalt schreitet, welche deren Herbeischaffung zum Zwecke hat, so muß auch die Güte verschiedener Quellwasser

Digitized by Google

mit einander verglichen werden, wenn deren mehrere vorhanden sind, unter welchen gewählt werden kann.

Erst nachdem die Unzulänglichkeit dieser drei Arten von Wasser dargethan ist, kann zur Benutzung von Flußwasser geschritten werden; denn dieses wird da, wo man darauf beschränkt ist, zum Trinken nicht benutzt, und für den übrigen Gebrauch wird es zuvor filtrirt und bleibt dennoch mehr oder weniger unrein.

Sind mehrere Wässer von gleicher Güte vorhanden, so entscheidet der kleinere Kostenaufwand der Herbeischaffung über die Wahl. Ist das bessere Wasser Quellwasser, welches nur in mäßiger, jedoch in solcher Menge zugeleitet werden kann, um mehrere Brunnen damit zu speisen, so muß es möglichst gleich in die verschiedenen Stadtheile vertheilt und zwischen den Brunnen, die es enthalten, noch Brunnen mit anderm Wasser angelegt werden, damit alle Haushaltungen, die es für einen einzelnen Gebrauch anwenden wollen, leicht dazu gelangen und sich zu anderm Gebrauche des Wassers der andern Brunnen bedienen können.

Bei der Bestimmung der Menge der an jedem bewohnten Orte anzulegenden Brunnen sollte man zwar im Allgemeinen lieber über das Bedürfniß hinausgehen, als hinter demselben zurückbleiben, indem sie auch das Löschen des ausbrechenden Feuers erleichtern; allein es gibt kein irdisches Gut, das nicht zu theuer bezahlt werden könnte; so muß man sich auch da, wo schon die Herbeischaffung des nothwendigen Bedarfs mit großen Kosten verknüpft ist, auf denselben beschränken, wie denn die Herbeischaffung entfernter Quellen und das Graben sehr tiefer Brunnen, sehr großen Aufwand verursacht. Man kann dann oft in solchen Fällen mit der Zuleitung von Flußwasser in offenen Gräben zu Hülfe kommen.

Im zweiten Abschnitte haben wir bereits gesehen, wie der ökonomische Effekt der Brunnenanlagen von der Menge der Fa-

Digitized by Google

milien abhängt, deren Arbeit durch das Annähern ihres Wasserbedarfs vermindert wird, so können überhaupt große und kostspielige Anstalten der Art sich nur dann rentiren, wenn sie zum Besten einer zahlreichen Gemeinde unternommen werden, wogegen für kleine Gemeinden nur kleine und wohlfeile Anstalten errichtet werden können, und so kann es denn auch dem ökonomischen Effekte am besten entsprechen, wenn unter ungünstigen Umständen eine kleine Dorfgemeinde sich ihr nöthiges Wasser fortwährend auf Karren oder Eseln zuführt; dies kann besonders dann leicht der Fall werden, wenn das Dorf hoch gelegen ist, und sich weder eine nahe Quelle zuleiten, noch ein Brunnen daselbst graben läßt, wie durch eine einfache Berechnung leicht nachgewiesen werden kann. Es versteht sich übrigens von selbst, daß unter solchen Verhältnissen vor Allem das Regenwasser aufzufangen und nur der nöthige Zuschuß auf die bezeichnete Weise zugeführt werden muß.

§. 10. Zuleitung des für den Betrieb bürgerlicher Gewerbe nöthigen Wassers.

Unter den gewöhnlichen bürgerlichen Gewerben sind es die Gerbereien, Bleichen und Färbereien, welche des fließenden Wassers am meisten bedürfen; für viele andere, so wie auch für das Viehtränken und das Feuerlöschen, gewährt es eine große Erleichterung; Gerbereien und Färbereien brauchen zwar nicht in allen Städten betrieben zu werden, allein das Bleichen des im Gebrauche der eigenen Bewohner befindlichen Leinens ist allenthalben ein nothwendiges Gewerbe. Die Zuleitung von offenen Wassergräben durch Städte hindurch oder dicht an ihnen vorbei, bedingt daher nicht allein die Existenz mancher Gewerbszweige in denselben, sondern kann auch als ein Bedürfniß der für sie nothwendigen Gewerbe angesehen werden.

Oft sind Städte schon an Flüssen und Bächen gelegen, und würden aus diesem Grunde nicht der Anlegung von besondern Zuleitungsgräben bedürfen, allein diese Gräben haben einen

Digitized by Google

wichtigen Vorzug vor solchen natürlichen Gewässern, denn letztere haben für ihre Fluth bestimmte tiefe Betten und hohe Ufer, welche letztere für die Verrichtung von Geschäften sehr unbequem sind, und auch zuweilen von der Fluth überströmt werden. Dagegen kann das Wasser eines Kunstgrabens mittelst eines Wehres auf immer gleicher Höhe erhalten werden. Nur eine Schwierigkeit tritt bei diesen Gräben ein, nämlich das Ausfüllen derselben durch den Schlamm, welchen das trübe Wasser in ihnen zu Boden sinken läßt, sie müssen daher öfters gereinigt werden, welches jedoch am Besten mittelst des periodischen schnellen Durchströmens des Wassers des sie speisenden Flusses geschieht, und in dazu günstigen Oertlichkeiten durch das von Zeit zu Zeit zu bewirkende Oeffnen von Schleußen vollzogen werden kann.

Da ferner das Wasser in solchen Gräben auf mancherlei Weise verunreinigt wird, und im Sommer beim Stillstehen in Fäulniß übergeht, daher Gestank verbreitet und die Luft verpestet, so ist bei der Anlegung solcher Gräben darauf zu sehen, daß das in denselben befindliche Wasser fortwährend in einem ziemlich lebhaften Fließen erhalten wird.

Diese Wasserbewegung wird aber bei geringem Zuflusse zuweilen durch diejenige Weite des Grabenprofiles sehr beschränkt, welche die Gewerbtreibenden für ihre darin zu verrichtenden Geschäfte verlangen. Es wird daher unter solchen Verhältnissen eine Bestimmung nöthig, wodurch beide in Kollision tretende Forderungen, nach Maasgabe ihrer relativen Wichtigkeit, Befriedigung erhalten.

Diejenigen Dörfer, welche nicht an Flüssen und Bächen liegen, haben besondere Viehtränken nöthig, welche auch außerdem zu Wasservorräthen beim Löschen von ausbrechendem Feuer dienen. Es kann hierzu das Wasser aus nahe vorüberziehenden Flüssen und Bächen, oder auch aus Springbrunnen zugeleitet werden. Ist indessen der Boden nicht wasserhaltig und der Zu-

Digitized by Google

fluß klein, so müssen sie durch Thonschichten oder wasserdichtes Mauerwerk gegen das Durchseihen und Versiegen ihres Wassers verwahrt werden.

Vierter Abschnitt.

Verwahrung der kultivirten Bergflächen gegen das Abflößen der sie bedeckenden Dammerde.

Obwohl die steilen Bergflächen sich am besten zur Holzkultur eignen und derselben auch häufig gewidmet werden, so werden sie dennoch — in Ermangelung anderer ebener gelegenen Flächen — ebenfalls oft zum Getreidebau benutzt, und in denjenigen Gegenden, die dem Weinbau günstig sind, gedeiht derselbe an Berghängen besser, als in Ebenen.

Da aber die Fruchtbarkeit der Getreidefelder und Weinberge hauptsächlich von der Beschaffenheit der oberen Erdgrume und der Menge der ihr beigemengten Düngertheile abhängt, so ist es ein Hauptbestreben ihrer Eigenthümer, diese Erdgrume in hinreichender Dicke und die sie bildenden Substanzen in einem angemessenen Mengungsverhältnisse zu erhalten. Sie suchen daher mit der größten Sorgfalt ihre Düngervorräthe zu vermehren und selbe mit vieler Mühe, entweder auf Wagen oder auf dem eigenen Rücken, auf die Anhöhen hinaufzuschaffen, auf welchen diese Grundstücke gelegen sind. Allein die Früchte aller dieser Anstrengung raubt ihnen häufig ein einziger Platzregen, dessen Wassermasse sich über ihre steilen Flächen herunterstürzt und die ganze obere Erdgrume mit sich herabwälzt.

Die Eigenthümer suchen dann, wenn sie nicht allzuweit fortgeführt worden ist, selbe mit unbeschreiblicher Mühe wieder hinaufzuschaffen, oder durch das Eingraben in den rohen Gebirgsboden und das Beimengen einer großen Menge Düngers

Digitized by Google

wieder eine neue fruchtbare Erdgrume zu bilden. Allein nie erlangen diese Bergflächen diejenige Fruchtbarkeit, die der Menge dieses ihnen zugewendeten Düngers entspricht; denn jedes vom Regen oder Schneeschmelzen herrührende, über sie hinströmende Gewässer entführt ihnen einen Theil ihres Düngers, weil sich derselbe, besonders wenn er vollkommen zersetzt ist, wegen seiner geringen Eigenschwere und der Feinheit seiner Theilchen, dem Wasser sehr leicht beimengt, und dann mittelst der großen Geschwindigkeit, die dasselbe vermöge seines starken Gefälles annimmt, hinweggeführt wird.

Da es nicht die unmittelbar auf jeden fraglichen Punkt herabgeregnete, oder die von dem auf ihm geschmolzenen Schnee herrührende, sondern hauptsächlich die von dem oberhalb gelegenen Theile der Fläche herabströmende Wassermasse ist, welche das oben beschriebene Abflößen der oberen Erdgrume verursacht, so kann diesem Uebel dadurch abgeholfen werden, daß man das auf jeder einzelnen Stelle der Ackerfläche vorkommende Wasser von derselben entfernt, und dessen Vereinigung mit dem vom oberen Theile des Berghanges herabkommenden Wasser verhindert; dies kann geschehen, indem man jede Bergfläche in schmale Streifen zerlegt und das von jedem derselben herrührende Wasser in besonderen Gräben abführt.

Es sei Fig. 3. die betreffende Fläche, so lege man die Gräben a b, c d, e f ꝛc. so an, daß sie beinahe horizontal laufen und ein nur mäßiges Gefälle in der Richtung von a nach b ꝛc. haben; man lasse dieselben an einer Stelle ausmünden, wo ihr Gewässer keinen weiteren Nachtheil verursacht, z. B. auf einer Rasenfläche oder im Bette eines nahen Baches, oder auch in einen zu diesem Zwecke besonders angelegten Graben b d f g, worauf dann dieser eine unschädliche Ausmündung erhalten muß. Damit jedoch diese verschiedenen Gräben der Zerstörung durch das von ihnen aufzunehmende Wasser nicht unterworfen sind, müssen sie nach Fig. 4. flach angelegt und mit Rasen ausgeschlagen werden.

Digitized by Google

Fehlt es zur Ausfütterung der obigen horizontalen Gräben an hinreichendem Rasen, so können sie auch im Frühlinge sorgfältig eingesäet, oder im Sandboden mit zerhackten Queckenwurzeln ausgelegt und so die Rasendecke in ihnen erzogen werden; dagegen können die vertikalen Gräben b d f g das Ausschlagen mit bereits gebildetem Rasen nicht wohl entbehren.

Diese flache Form des Grabenquerschnittes verursacht bei schmalen Grundstücken, welche wie gewöhnlich vertikale Streifen am Berghange bilden, und wovon daher jedes neben den horizontalen auch einen vertikalen Graben erhalten müßte, einen großen Verlust am Grablande, welcher zwar zum Theil oder ganz aufgehoben wird durch den Grasertrag der Gräben; wobei jedoch die dem Grabland entzogene Fläche der beabsichtigten Benutzungsart entzogen wird. Auch treten der Abführung des Wassers von einzelnen Grundstücken oft dadurch große Hindernisse entgegen, daß sie unterhalb auf Grundstücke stoßen, welche dessen Aufnahme verweigern. Aus diesen Gründen würde ein gemeinschaftliches Grabensystem für alle Grundstücke einer ganzen Bergfläche den Zweck vollkommner erreichen.

Liegen auf der Bergfläche Steine zu Tage, so kann man — wie man dies an Weinbergen bereits häufig findet — nach Fig. 5, von der Anhöhe nach der stärksten Neigung (vertikale) Gräben anlegen, deren Grundbette ausgepflastert und deren Seitenwände aus trocken aufgesetzten Mauern gebildet werden.

Zwischen solchen zwei Fuß breiten Gräben — welche auch zugleich Grenzen und Wege bilden können — erhält die Ackerfläche eine flache, sattelförmige Wölbung, damit das Wasser seitwärts in diese Gräben fließt und nicht in paralleler Richtung mit diesen Gräben über die Bergfläche herunterstürzt.

Beim Anlegen von Weinbergen an Berglehnen, welche aus Sandsteinfelsen bestehen, hat man auch für jeden einzelnen Weinstock ein rundes Loch ausgebrochen, dasselbe mit guter Erde aus-

Digitized by Google

gefüllt und zum Schutze gegen das Abfließen dieser Erde die zwischen den Löchern befindliche Sandsteinfläche sorgfältig zu erhalten gesucht.

Die oben beschriebenen steinernen Gräben widerstehen den Angriffen des Wassers vollkommen und werden auch von demselben ganz rein erhalten. Dies letztere ist aber nicht der Fall bei Gräben, deren Bett mit Rasen ausgefüttert ist; denn in diesen Rasen setzt sich ein Theil des Materials ab, welches das Wasser mit sich führt; es erhöhen sich daher in kurzer Zeit die Bette dieser Gräben so, daß sie wiederholt ausgehoben werden müssen.

Bei diesem Ausheben sind die Rasen sorgfältig auszustechen, die darunter befindliche Erde auszuheben und die Rasen wieder einzusetzen. Da diese Erde vielen Dünger enthält, so vergütet sie vollkommen alle diese Mühe und kann selbst als ein Gewinn angesehen werden, indem sie einen — ja den besten Theil derjenigen Dammerde ausmacht, deren Erhaltung der Zweck der betreffenden Anlage ist.

Aller dieser Anstalten ohngeachtet, wird das Wasser die feineren Düngertheile dennoch mit fortführen, und sie können nur dadurch erhalten werden, daß kleine Sammelteiche an der unteren Grenze der betreffenden Flächen angelegt werden, in welchen das herabströmende Wasser — wenn auch nur auf kurze Zeit — zum Stillstehen gebracht und dadurch genöthiget wird, die gedachten Düngertheile auf den Boden sinken zu lassen.

Der ökonomische Effekt dieser Anlagen ergibt sich aus der Vergleichung der Anlagekosten mit dem Aufwande für Dünger und Erde, welcher dadurch erspart wird. Da dieser Aufwand bei der Verschiedenheit der Abschwemmung nicht in allen Jahren gleich groß ist, so muß der Durchschnittsaufwand aufgesucht werden, der erforderlich ist, um die betreffende Fläche der von Zeit zu Zeit vorkommenden Abschwemmung ohngeachtet in gleichmäßiger Fruchtbarkeit zu erhalten; hiervon ist abzuziehen, der

Digitized by Google

auch nach der Ausführung der betreffenden Anlage noch nöthige Aufwand für Dünger. Vom Mehrbetrag des gegenwärtigen jährlichen Aufwandes sind ferner abzuziehen die Zinsen des Anlagekapitals und die Unterhaltungskosten der betreffenden Anstalten; der dann noch verbleibende Ueberschuß ist als künftige neue Rente anzusehen und bildet den ökonomischen Effekt der gedachten Anstalten.

Jedem Bewohner von Gebirgsgegenden ist bekannt, daß Aecker an Berghängen oft nur $\frac{1}{10}$ des Werthes der Aecker in den Ebenen haben; werden sie durch diese Anlagen nur auf die Hälfte des Werthes der letzteren gebracht, so steigen sie hierdurch auf das Fünffache ihres früheren Werthes; hieraus läßt sich auf die Größe des ökonomischen Effektes dieser Anlagen schließen.

Die Summe des ökonomischen Effektes aller in einem Staate bewirkten Anlagen dieser Art bilden eine gleiche Vermehrung der jährlichen Rente oder der Erwerbsquellen, und die Grundlage einer verhältnißmäßigen Vermehrung der Bevölkerung. Weitere Folgen dieser Anlagen sind die fortgesetzte Erhöhung der Fruchtbarkeit der Bergflächen, da dieselbe durch diese Anlagen erleichtert wird; ferner die Cultivirung noch anderer — außerdem wüst gelegener — Bergflächen, da dieselben durch die Anwendung dieses Hülfsmittels weit gewinnbringender werden.

Oft findet man neben mittleren und größeren Flüssen muldenförmige Fluthbette, in welche sich beim hohen Anschwellen des benachbarten Flusses ein Theil seines Gewässers wirft und mit einiger Lebhaftigkeit fortbewegt. Sind diese Vertiefungen mit Rasen überdeckt, so werden sie dadurch nicht allein vor dem Abschwemmen ihrer Dammerde geschützt, sondern die durchströmende Fluth setzt auch jedesmal neue Nahrungsstoffe zwischen die Rasenhalmen ab und erhöht dadurch den Ertrag dieser Flächen; dessen ohngeachtet sieht man dieselben zuweilen als Ackerland behandelt, welchem jede Fluth seine Dammerde raubt,

Digitized by Google

und welches daher, eines doppelten Aufwandes ohngeachtet, einen äußerst kümmerlichen Ertrag liefert.

Mißverstandene Feldpolizei, Zehnt- oder Hutverpflichtungen, oder Mangel an Uebereinstimmung der Interessenten kann nur die Ursache solcher naturwidrigen Benutzungsarten sein.

Fünfter Abschnitt.

Flußbau.

§. 1. Einleitung.

Im I. Abschnitte haben wir gesehen, wie die Gewässer durch die Ueberschwemmung der Niederungen, so wie durch nachtheiliges Abflößen, Hinwegführen und Auflagern von Stein- und Erdmassen, die Benutzung zu menschlichen Zwecken stören, und es gehört zu den Aufgaben der Wasserbaukunde, diese Störung aufzuheben oder einzuschränken; beides geschieht durch den Flußbau und ist der Gegenstand des vorliegenden Abschnittes.

Oft entwerfen sich Wasserbaumeister ein Ideal eines vollkommen geregelten Flusses; diesem Ideale legen sie diejenigen Eigenschaften bei, welche ihren verschiedenen — oft einseitigen — Ansichten entsprechen, und suchen die ihnen anvertrauten Flüsse, ohne Rücksicht auf den erforderlichen Aufwand und den zu erwartenden Nutzen, diesem Ideale möglichst nahe zu bringen.

Der umsichtige Wasserbaumeister kennt indessen kein anderes Ideal, nach dessen Verwirklichung er bei seinen Entwürfen hinstrebt, als die allgemeine Wohlfahrt der Bewohner der durch die betreffenden Gewässer zu entwässernden Flußgebiete, und diese wird, wie wir im II. Abschnitt gesehen haben, nur durch den möglichst großen ökonomischen Effekt seiner Arbeiten möglichst vollständig gefördert.

Um einiges System in diese Darstellung zu bringen, wird sich dieser Abschnitt auf den wesentlichen Zweck der Flüsse die

Digitized by Google

Entwässerung ihrer Flußgebiete — beschränken, und alle zufällige Benutzung derselben für andere menschliche Zwecke wird in den folgenden Abschnitten besonders aufgenommen werden.

Wie wir aus dem I. Abschnitte gesehen haben, kann das Abflößen von Mineralmassen nur von solchen Erdflächen geschehen, welche mit keinem Rasen überdeckt sind; wäre daher die ganze Erdfläche eines Flußgebietes mit Rasen bedeckt, so würden sich seinem Gewässer nirgends Mineralmassen beimengen und sein Fluß würde zu allen Zeiten klares Wasser führen.

In einem solchen Flußgebiete dürften sich jedoch keine steilen Berghänge befinden; denn an diesen bildet sich kein so dichter Rasen, welcher die Mineralmassen derselben vor dem Abflößen vollständig zu verhindern im Stande wäre; auch dürften keine Bergschluchten darin vorkommen, weil in diesen eine Menge von Material sich dem Gewässer beimengen würde.

Aus diesen Ursachen wird schwerlich ein Flußgebiet gefunden werden, in welchem keine Materialabschwemmung stattfindet; dennoch liegt es in der Macht der Menschen, durch ihre Einwirkung auf die Erdflächen der Flußgebiete, die Menge des Materiales, welches die Gewässer in denselben losreißen und fortführen, zu vermehren oder zu vermindern.

Die Benutzung der Erdfläche zu den verschiedenen menschlichen Zwecken unterliegt zwar zu wichtigen anderweiten Rücksichten, als daß man sie aus dem hier bezeichneten Gesichtspunkte im Allgemeinen vorschreiben könnte; nur die im vorigen Abschnitt beschriebenen Schutzanstalten könnten wohl vielleicht zur Beschränkung der Abschwemmung vorgeschrieben werden, da sie schon ohnedies zum Nutzen der Grundstücke gereichen, auf welchen sie angewendet werden, und die Art der Benutzung derselben nicht abändern würden. Außerdem können einzelne Fälle eintreten, in welchen die wasserbaupolizeilichen Rücksichten von solcher Wichtigkeit wären, daß einzelne, weniger bedeutende Benutzungsarten untersagt und andere vorgeschrieben werden könnten; noch weniger Schwierigkeit könnte es haben, wenn für die Zwecke der

Digitized by Google

Wasserbaupolizei bis dahin unbenutzte, wüste Flächen mit Vegetation zu beleben wären; denn oft führen die Gewässer von steilen Bergwänden nur darum viel Material in fruchtbare Ebenen herab und entziehen selbe der Cultur, oder in die Betten der Flüsse und veranlassen ein übermäßiges Austreten derselben, weil diese Bergwände aller Pflanzenbedeckung entbehren. Sollten auch in einem solchen Falle die Kosten der Bepflanzung einer solchen Stelle mehr betragen, als deren Ertrag unmittelbar ersetzen könnte, so würde dieser Verlust durch jenen Nutzen reichlich vergütet werden, welchen die sonst verschütteten Ebenen daraus ziehen würden.

Das Austreten derjenigen Flüsse, welche bereits das ihrer Geschwindigkeit entsprechende Maximum von Material führen, und noch in ihrer Geschwindigkeit abnehmen, ist zwar eine von ihrer Natur unzertrennliche Eigenschaft, und daher ist das Austreten unter diesen Verhältnissen unvermeidlich; dasselbe erfolgt indessen zuweilen häufiger und verbreitet sich über größere Flächen, als dies die Natur der gedachten Verhältnisse erfordert; auch erlauben diese Verhältnisse oft, daß dieses Austreten und die damit verbundene Materialablagerung nach denjenigen Orten verlegt werde, wo es die menschlichen Zwecke weniger gefährdet.

In Beziehung auf die Zeit des Austretens ist es hinreichend, wenn es nur dann erfolgt, wenn die Fluth eine Höhe erreicht, zu welcher sie in der Regel alle Jahre nur einmal gelangt. Da diese hohe Fluth in unserem Clima gewöhnlich nur im Winter eintritt, so zerstört sie auf den überströmten Flächen keine Aernten und verursacht — besonders in Wiesengründen — keinen Schaden, im Gegentheile nützet sie denselben gewöhnlich durch die Ablagerung von befruchtendem Schlamme.

Dieses einmalige Austreten ist auch aus dem Grunde hinreichend, weil eben nur bei der hohen Fluth die stärkste Ablagerung von Material erfolgt, und das zu gleicher Zeit stattfindende Austreten dem Strome Gelegenheit gibt, sie außerhalb seinem Bette zu bewirken; weil ferner die übrigen, von kleineren

Digitized by Google

Fluthen herrührenden Ablagerungen, welche sich in der Zwischenzeit in den Betten aufgesetzt haben, durch die größere Geschwindigkeit der höheren Fluthen wieder in Bewegung gesetzt, mit fortgeführt und außerhalb der Betten abgelagert werden können; weil endlich die höchste Fluth das von Nebenflüssen in die Hauptflüsse geworfene Material ebenfalls mit sich fortnimmt.

Mit dieser Beschränkung der Zeit des Austretens beschränkt sich auch die Menge der austretenden Wassermassen; denn es tritt alsdann nur jener Theil dieser Wassermassen aus ihren Betten, um welche die Hauptfluth die öfter vorkommenden kleineren Fluthen übertrifft. Hiermit ist jedoch die Fläche noch nicht begrenzt, über welche sich die Ueberschwemmungen ausbreiten können.

In Gebirgsländern finden diese an dem Fuße der die schmalen Thäler umgebenden Gebirge, ihre natürliche Grenze, von welcher sie sich dann auch zeitlich wieder zurückziehen. Diese Thäler werden dem natürlichen Graswuchse überlassen, der von keiner Winterüberschwemmung Schaden leidet, vielmehr durch den abgelagerten Schlick neue Kräfte erhält. Die menschlichen Wohnungen können daselbst auf erhabene Orte angelegt werden, woselbst sie von der Ueberschwemmung nicht erreicht werden; oder es kann durch menschliche Einwirkung auf die Flußbette das Austreten in ihrer Nähe verhindert werden, da es nicht nothwendig ist, daß eine ununterbrochene Ablagerung längs der ganzen Betten erfolge.

Dagegen verweilt das in Ebenen sich ausbreitende Wasser zu lange, um ohne Nachtheil für die landwirthschaftliche Benutzung zu sein; der natürliche Graswuchs — welcher auch von dem zu sparsam aufgelagerten Schlicke zu wenige Befruchtung erwarten könnte — würde daselbst nicht den Ertrag des angebauten Landes liefern; indessen wird der Anbau des letzteren durch die zu lange verweilende Ueberschwemmung gehindert. Ferner erfordert seine Benutzung die Anlegung von Wohnungen in seiner Mitte, welche dann ebenfalls von Ueberschwemmungen heimgesucht werden würden; Wohnungen bedürfen außerdem

Digitized by Google

Verbindungswege mit anderen Wohnplätzen, welche dann ebenfalls während den Ueberschwemmungen nicht benutzt werden können.

Aus den bis daher entwickelten Naturgesetzen geht hervor, daß beim Flußbau das Hauptaugenmerk auf das dem Fluthwasser beigemengte Material gerichtet werden muß. Enthält das durch eine Flußstrecke oder durch einen Kanal hindurchzuführende Wasser zur Fluthzeit nicht mehr Material, als es bei der kleinsten, zu dieser Zeit darin eintretenden, Geschwindigkeit seiner Bewegung fortzuführen vermag, so kann zwar in dieser Strecke keine Ablagerung eintreten, und es ist nicht nöthig, auf dieses Material besondere Rücksicht zu nehmen; allein oft trifft es sich, daß durch die Erweiterung des Bettes in einer Flußstrecke sich die Geschwindigkeit so sehr vermindert, daß dadurch eine sonst nicht vorgekommene Ablagerung veranlaßt wird.

Bei Bächen und kleinen Flüssen ist zwar — hauptsächlich durch die in deren Betten vorkommende Vegetation — das unmittelbare Ausgraben nicht immer zu vermeiden, dennoch gilt auch bei ihnen die bei größeren Flüssen unerläßliche Regel, daß hauptsächlich nur das Gewässer selbst die beabsichtigten Aushöhlungen und Regulirungen der Bette bewirken, und sie in dem gewünschten Stande erhalten muß.

Die in dieser Beziehung vom Wasser erwarteten Wirkungen hängen aber beinahe ausschließlich von dem Verhältnisse ab, das zwischen seiner Geschwindigkeit und der zur Fluthzeit in ihm befindlichen Masse von Material besteht. Da, wo diese Masse das Maximum nicht erreicht, welches es vermöge seiner Geschwindigkeit fortzuführen im Stande ist, da läßt es nicht allein kein Material sinken, sondern es nimmt unter günstigen Umständen auch noch dergleichen aus seinem Bette auf und bewirkt eine Austiefung desselben. Uebersteigt dagegen an irgend einer Stelle diese Materialmasse jenes Maximum, so wird daselbst nicht allein keine Aushöhlung des Bettes durch das Wasser

Digitized by Google

bewirkt, dasselbe kann selbst an dieser Stelle an der Ablagerung von Material nicht verhindert werden.

Da der betreffende Erfolg von zwei Größen abhängt, nämlich von der Menge des dem Wasser beigemengten Materiales einerseits und von der Geschwindigkeit seiner Bewegung andererseits, so kann durch die Verminderung der ersten eben so wohl, wie durch die Vermehrung der anderen, auf ihn eingewirkt werden.

§. 2. Maasregeln zum Zurückhalten des Flußmaterials.

a. Auf Bergflächen.

Jeder Berghang hat einen flach auslaufenden, sich an eine Ebene anschließenden Fuß, oder er wird unterhalb von einer Bergschlucht oder von einem Flußbette begrenzt. In beiden ersten Fällen findet das hier zu beschreibende Verfahren Anwendung, und im dritten treten die zu ergreifenden Maasregeln mit dem im §. 5 dieses Abschnittes zu beschreibenden Uferschutze in Verbindung.

Der Fuß der Bergflächen besteht aus dem Produkte der Auflösung desjenigen Gesteins, welches diese Bergflächen bildet.

Auf diesem Fuße suche man eine solche Vegetation zu erzeugen, welche nicht allein die von ihr unmittelbar bedeckte Erdfläche gegen das Abflößen schützt, sondern auch die von Oben herabrollenden und vom Wasser herabgeflößten Massen aufzufangen und festzuhalten im Stande ist.

Die dadurch entstehende allmählige Erhöhung dieses Fußes muß das Anhäufen des Materials vor dieser Anpflanzung begünstigen; wird dies ebenfalls bepflanzt, so muß diese Anpflanzung immer mehr die Berglehne hinan sich ausdehnen und das Abflößen immer mehr verhindern.

Man wähle hierzu diejenige Gattung von Strauchgewächsen oder Bäumen, welche auf dem betreffenden Boden am leichtesten fortkommen; auf magerem Sandboden werden dies immer Nadel-

Digitized by Google

hölzer sein, auf fetterem Boden ist dagegen die Auswahl weit größer.

Kann ein Strauch gewählt werden, dessen Aeste theilweise in die Höhe steigen und theilweise den Boden berühren, so wird derselbe — wenn er möglichst dicht gepflanzt wird — allein ausreichen; müssen aber Bäume angewendet werden, welche nur in die Höhe wachsen, so sind zwischen denselben noch niedrig wachsende Pflanzen heranzuziehen.

b. In Bergschluchten.

Die bereits im I. Abschnitt beschriebenen Schluchten (Wasserrisse) in den Bergbängen sind die Hauptquellen des Steingerölles und Sandes, welche die fruchtbaren Ebenen verschütten und die Bette der Bäche und Flusse mit Material überfüllen; außerdem berauben sie die Grundstücke, in denen sie sich befinden, bei ihrer fortwährenden Verbreiterung, eines Theils ihrer Fläche und unterbrechen den Verkehr längs den Bergwänden.

Wird ein Graben an einer Stelle neu angelegt, wo er ein starkes Gefälle erhält, oder hat ein bestehender Graben mit starkem Gefälle sein, nicht aus Felsen bestehendes, Bett noch nicht sehr vertieft, so kann die übermäßige Austiefung und Entstehung einer Schlucht dadurch verhütet werden, daß man ihm den in Fig. 2. dargestellten Querschnitt gibt und ihn mit Rasen bekleidet. Denn in einem solchen Graben gleitet das Wasser ohne Anstoß über die geschlossene Rasenfläche hin, und es gewährt selbst diese Fläche einigen Ertrag, welcher nach Maasgabe der Menge der vom Wasser abgesetzten Düngertheile zunimmt; wogegen bei einer Stufenbildung durch quer eingesetzte Geflechte oder Sturzmauern unterhalb Kolke entstehen, und das ganze Grabenbett eine unregelmäßige Beschaffenheit erhält.

Hat aber das Wasser bereits eine Schlucht von mehr als 5 Fuß Tiefe ausgerissen, so ist ein Nachstürzen der Uferwände nicht zu vermeiden; das daherrührende Material würde auf das

Digitized by Google

Rasenbett stürzen und dasselbe zerstören. In solchen Schluchten müssen daher Erdfänge durch Sperrungen angelegt werden.

Man wählt hierzu solche Stellen, wo die Schluchten am engsten, daher diese Sperrungen, wegen ihrer kleinsten Länge, am leichtesten herzustellen sind; ferner, wo hinter der anzulegenden Sperre sich eine große Ablagerungsfläche vorfindet, damit mittelst des möglichst kleinen Aufwandes die möglichst große Menge Materiales aufgefangen werden kann.

Die Sperrung enger Stellen, bis zur Weite von 40 Fuß, geschieht am leichtesten, indem man in jeder derselben einen Baumstamm von der nöthigen Länge quer, 5 Fuß hoch über dem Grundbette, in die Grabenwände eingräbt, und oberhalb vor demselben eine Reihe Buschwellen so davorstellt, daß sie sich etwas schräg an diesen Baum anlehnen und eine geschlossene Wand bilden.

Es ist gut, wenn der Baum ein wenig gebogen ist, denn alsdann senkt sich seine ausgebogene Seite nach unten und seine obere Seite hat alsdann eine Einbiegung. In diesem Falle werden die Buschwellen mit ihren oberen Enden dem Baume ganz gleich hoch eingesetzt; ist aber der Stamm gerade, dann dürfen die Wellen in der Mitte die Höhe seiner oberen Seite nicht übersteigen und an den Seiten müssen sie etwas vorstehen, damit der Ueberſturz des Wassers nur in der Mitte erfolgt und dadurch von dem Unterwaschen der Seitenwände abgehalten wird.

Anfangs fließt das Wasser zwischen den Buschwellen hindurch, läßt aber sein gröberes Material zwischen und hinter denselben sitzen; dadurch erhöht sich das Bett hinter dieser Sperrung, bis es die Höhe des Baumes erreicht. Hat die zu sperrende Stelle eine größere Breite, als daß ein Querbaum sie schließen könnte, so bildet man die Sperrung aus einem Flechtzaune, und wenn in diesem Falle Sand zurückgehalten werden soll, aus einem Faschinendamm.

Flechtzäunen wird nur die Höhe von 3 Fuß gegeben, und Faschinendämme werden oft nur aus 3 Würsten gebildet, wovon

Digitized by Google

zwei dicht neben einander gelegt und die dritte in der Mitte über dieselben hin aufgenagelt wird.

Alle diese Sperrungen müssen so oft erneuert werden, als das hinter ihnen aufgelagerte Material ihre Höhe erreicht hat und über sie hinwegzustürzen anfängt.

Die Höhe der Grabenwände wird in dem Maase vermindert, als die Sohle sich durch das aufgefangene Material erhöht; dadurch wird das Abstürzen derselben — wodurch sich das meiste Material dem Wasser beimengt — vermindert, und da das Ausreißen gänzlich aufgehoben wird, so wird die Menge des sich dem Wasser beimengenden und aufzufangenden Materials immer kleiner.

Die Erneuerung der Sperrungen kann auch, wenigstens theilweise, dadurch erspart werden, daß man zu den obengenannten Buschwellen und Pfählen frisches Holz nimmt, das anwurzelt und fortwächst; außerdem ist die Auspflanzung mit leicht wachsendem Busch aus Weiden, Pappeln ꝛc. das beste Mittel, um das weitere Ausreißen dieser Schluchten auf eine dauernde Weise zu verhüten und das durch sie herabstürzende Gerölle zurückzuhalten.

Um das Auskolken der Stellen zu verhüten, worauf das Wasser von den Sperrungen herabstürzt, sind die Stellen zunächst unterhalb denselben mit großen Steinen auszukeilen oder mit einigen Buschwellen zu übernageln; auch sind die Steine, welche in den Schluchten liegen, aus deren Mitte hinwegzunehmen und an die Seitenwände anzulehnen, um diese vor dem Unterwaschen zu schützen; in Ermangelung der Steine bedient man sich hierzu einiger Buschwellen, welche man vor die am meisten angegriffenen Stellen festnagelt.

Da durch diese Maasregeln mehrere Zwecke zugleich erreicht werden, so ist der ökonomische Effekt derselben gewöhnlich sehr groß; dennoch sieht man sie nur selten anwenden, denn so sehr oft auch die Fluren durch die Ablagerungen dieser Schluchten verwüstet werden, so fällt es doch den Gemeindevorständen sehr selten ein, die Quellen dieser Uebel aufzusuchen und zu verstopfen.

Digitized by Google

c. In Seen.

Die bis daher beschriebenen Anstalten beschränken sich auf das Auffangen des gröberen Materiales, nämlich der Steingeschiebe und des Sandes; die feineren Theile von Thonerde und von organischen Körpern bleiben dem Wasser zum Theile noch so lange beigemengt, bis es zur völligen Ruhe gelangt.

Dasjenige Mittel, wodurch die betreffende Ablagerung ganz vollständig erfolgt, ist das Durchführen des Wassers durch ein hinreichend großes Wasserbecken oder durch einen See.

Da wo man alle Materialablagerung und das davon unzertrennliche Austreten des Flusses gänzlich vermeiden will, oder wo mit seinem Wasser ein künstlicher Kanal gespeist werden soll, welcher durch die darin erfolgende Ablagerung verschlämmt werden würde, da ist dieses Mittel von besonderer Wichtigkeit; selbst auch da, wo es, wie bei der Linth in der Schweiz, nur auf die Ausscheidung des gröberen Stoffes ankömmt, bietet sich zuweilen dieses Mittel als das leichteste dar.

Da wo sich natürliche Wasserbecken zu diesem Vorhaben nicht darbieten, da können auch künstliche angelegt werden, welches in Berggegenden keine großen Schwierigkeiten darbietet, indem daselbst hierzu weiter nichts nöthig ist, als die Abschliessung eines Thales durch einen Querdamm; dagegen würde in ebenen Gegenden das Ausgraben erfordert werden, welches bei einigem bedeutenden Umfange sehr kostspielig werden würde.

d. In Flußthälern.

Zwar wird selten der Fall eintreten, daß die Fluthen in oberen Thalstrecken, zum Vortheil der unterhalb gelegenen, absichtlich länger zurückgehalten und zur vollständigern Ablagerung ihres Materials gezwungen werden sollen, als dies schon in ihrem Naturstande erfolgt, indem gewöhnlich die Unterlassung aller menschlichen Einwirkung für den betreffenden Zweck schon allein hinreichen wird: so ist es doch zur Vollständigkeit dieser Darstellung nöthig, die hierzu anwendbaren Mittel ebenfalls hier anzuführen.

Digitized by Google

1. Das erste Mittel sind die Flußkrümmungen; diese wird niemand absichtlich ausgraben; wenn indessen an den konveren Ufern das Aufkommen von Busch begünstigt wird, so wird dadurch die weitere Ausbiegung derselben beschleunigt werden.

2. Das zweite Mittel ist dichter Busch in der ganzen von der Fluth überströmten Thalfläche, und besonders längs der beiderseitigen Ufer, bis auf den niedrigsten Wasserspiegel.

3. Das dritte Mittel sind durch die Flußbette quer durchgelegte Wehre ohne Fluthschleußen, wie sie die Müller da, wo sie von keiner Flußpolizei daran verhindert werden, unaufgefordert allenthalben anlegen.

§. 8. Maasregeln zur vollständigeren Abführung des Flußmaterials und der Fluthen.

Da das regelmäßigste Flußbett auch dem Wasser den schnellsten Lauf gewährt, so muß es unser Streben in der gegenwärtigen Untersuchung sein, jedes gegebene Bett jenem Ideale — so viel dies die gegebenen Mittel erlauben — möglichst nahe zu bringen.

Das betreffende Ideal ist ein Bett mit gleichförmigem Gefälle, gerader Direktionslinie, einem Querschnitte von der Form eines Halbkreises und von der Größe, daß es die höchste Fluth in sich aufzunehmen vermag.

Führt der Fluß indessen Material und schreibt die natürliche Neigung des Bodens ein abnehmendes Gefälle vor, so erscheint, wegen dem unvermeidlichen Austreten auf lange Strecken, jene Größe des Querschnittes als überflüssig und es genügt ein etwas kleinerer. Die Mängel der Bette, welche den schnellen Wasserlauf verhindern, sind folgende:

1. Felsenbänke, welche die natürliche Erweiterung der Bette durch ihre eigenen Gewässer verhindern.

2. Flußkrümmungen, zu große Breite und daherrührende Versandungen, endlich Sandbänke und Inseln.

3. Die Vegetation in der Sohle der Bäche und an deren Ufern, so wie an jenen der kleinern Flüsse.

Digitized by Google

A. Ausbrechen der Felsen.

Obwohl die Felsen in den Betten der Bäche und Flüsse der Gebirgsgegenden sehr häufig vorkommen, so stauen sie doch selten das Wasser in dahinter liegende Ebenen zurück, da sie sich gewöhnlich an höhere Gebirge anschließen, und nur wo Felsenbänke Flußthäler durchschneiden, da bilden sie schädliche Aufstauung und verursachen Ueberschwemmungen.

Ihre Ausräumung bildet eines der leichtesten und erfolgreichsten Mittel zu deren Abwendung.

Die blos das Fluthbett beengenden Felsen, welche aus dem Spiegel des niedrigsten Wassers hervorragen, werden, wie alle andere Felsen ihrer Gattung, ausgebrochen; die unter diesem Wasserspiegel befindlichen Felsen aber werden mit Pulver gesprengt, nach den in mehreren Schriften über den Wasserbau enthaltenen Anweisungen.

Soll dieses Mittel in derjenigen Ausdehnung angewendet werden, in der es die Ortsverhältnisse erlauben, so muß die Tiefe der Sohle der unterhalb gelegenen Flußstrecke in der ausgesprengten Stelle erreicht und die Form des Querschnittes derselben jener des Halbkreises möglichst nahe gebracht werden.

Die Tiefe und zum Theil auch die Form des Querschnittes der oberhalb gelegenen Flußstrecke wurde früher durch die Höhe und Form der Felsenbank bestimmt; durch das Ausbrechen derselben vertieft sie sich nach und nach bis beinahe auf die Tiefe der ausgebrochenen Stelle, und nimmt auch beiläufig die Form ihres Querschnittes an.

B. Durchstechung der Krümmungen.

Unter einem Durchstiche versteht man gewöhnlich die Durchgrabung einer schmalen, von Flußkrümmungen eingeschlossenen Landzunge. Diese Krümmungen nähern sich aber in der Natur mehr oder weniger den geraden Linien, und anstatt der Durchschneidung schmaler Landzungen, sind zuweilen Flußbette durch lange Thalstrecken neu durchzuleiten. Eben so gibt es in der Natur keine scharfe Grenze zwischen Flüssen und Bächen; wollte

Digitized by Google

man daher nur die Anlegung neuer Bette für Flüsse unter den Durchstichen verstehen, so würde man in manchen Fällen nicht wissen, ob eine solche Geradeleitung zu den Durchstichen gehöre oder nicht.

Da es hiernach in der Natur an einer scharfen Abgrenzung der Durchstiche von der Geradeleitung der Flüsse, und dann wieder der Flüsse von den Bächen fehlt, so sind alle Ausgrabungen neuer Fluß- und Bachstrecken zu derselben Gattung zu zählen. Hiervon ist jedoch die Ausgrabung von Kanälen genau zu unterscheiden. Erstere sind bestimmt, die Entwässerung ihrer Fluß- und Bachgebiete zu bewirken, daher das gewöhnliche wie das Fluthwasser abzuführen; dagegen haben Kanäle den Zweck, nur gewisse abgemessene Wassermengen zum Behufe der Schifffahrt in sich aufzunehmen, oder zu anderem bestimmten Gebrauche fortzuleiten.

Das Verhältniß der Kosten zu dem zu erwartenden Nutzen muß auch hier bestimmen, in welcher Ausdehnung Geradeleitungen ausgeführt werden können.

Besteht der Zweck derselben nur in einer Verminderung der Ueberschwemmung oder in der Beschränkung derselben auf die Winterfluth, so ist es oft hinreichend, nur die stärksten Krümmungen zu durchschneiden, welche Maasregel dann — wie wir in der Folge sehen werden — um so leichter auszuführen ist, je mehr dadurch der vom Wasser zu durchlaufende Weg abgekürzt und dadurch das Gefälle im Durchstiche vermehrt wird.

Bezweckt man dagegen die möglichst vollständige Vermeidung alles Austretens der Fluth in einer gewissen Flußstrecke, oder die möglichst beträchtliche Senkung des Wasserspiegels oberhalb der Geradeleitung, dann kann es nöthig werden, auf lange Strecken ein neues Bett auszugraben.

Zwischen diesen zweien Behandlungsarten der Geradeleitung läßt sich eine unendliche Menge von Gradationen denken, und es erscheint die Ansicht durchaus irrig, als könne das bloße Verhältniß der Länge einer Krümmung zu ihrem Durchschnitte die Frage entscheiden, ob ihre Durchgrabung von Nutzen sei.

Digitized by Google

Gewöhnlich kommen bei der Bestimmung des Grades, in welcher eine Geradeleitung auszuführen ist, noch andere — der Verminderung der Ueberschwemmung fremde — Rücksichten in Betracht, z. B. die dadurch zu ersparenden Unterhaltungskosten abbrüchiger, konkaver Ufer, die Abführung von Sumpfwasser, die Schifffahrt, Mühlen- oder Bewässerungsanstalten ꝛc.

Es können daher hier nur die allgemeinen Grundsätze aufgeführt werden, nach welchen diese Anlagen zu behandeln sind, und es muß deren Anwendung auf die einzelnen Fälle der besondern Beurtheilung bei ihrer Ausführung überlassen bleiben.

a) Direktionslinie der Durchstiche.

Da das Wasser, einer seiner natürlichen Eigenschaften zufolge, die ursprüngliche Richtung seiner Bewegung beizubehalten, oder wo möglich in gerader Linie zu fließen strebt, und es sich daher gegen jedes diese Richtung störende Hinderniß mit einer gewissen Kraft andrängt, und diese Kraft für die Geschwindigkeit seiner Bewegung verloren geht: so bildet nur die gerade Linie die naturgemäße Bahn seiner Bewegung; auch ist dieselbe die kürzeste für die Erreichung eines vorgesteckten Zieles, und darum bietet auch sie das stärkste Gefälle dar; deßhalb muß sie auch angesehen werden als das Ideal der allen künstlichen Wasserbahnen zu gebenden Direktion.

Da, wo wegen natürlicher Hindernisse, als der krummen Direktion der Flußthäler, dazwischen liegender Gebäude und anderer Anlagen ꝛc., diese Linie verlassen werden muß, da darf sich die Direktion von jener geraden Linie möglichst wenig entfernen; dies geschieht, indem die nothwendig werdende Biegung auf eine möglichst große Länge vertheilt und plötzliche Wendungen sorgfältig vermieden werden. Man erreicht dies durch möglichst flache Zirkelstücke, welche sich an gerade Linien anschließen, die ihre Tangenten bilden.

Diese Construktion der Direktionslinien bezieht sich nicht allein auf die Durchstiche selbst, sondern auch auf ihre Vereinigung mit den ältern Flußstrecken, und ist ganz besonders wichtig

Digitized by Google

an ihren oberen Einmündungen; denn wollte man nach Fig. 6 dem Durchstiche, ohne Rücksicht auf dieses Naturgesetz, die kleinste Länge geben und ihn von a nach b anlegen, so würde das Wasser, anstatt der plötzlichen Wendung bei a, lieber der alten, mehr in der Direktion seiner früheren Bewegung liegenden Bahn folgen; und wenn es durch eine daselbst befindliche Sperrbuhne daran verhindert würde, so würde es vor der Veränderung seiner Richtung seine ganze bisherige Geschwindigkeit verlieren, um eine andere Bewegung von Neuem anzufangen; dies würde an der Stelle a Materialablagerung veranlassen; ferner würde der heftige Anstoß gegen die Stelle c das Abbrechen derselben und unter Umständen das Durchreißen dieses Ufers neben der Sperrbuhne vorüber bis in das alte Flußbett, und dann die völlige Verstopfung des Durchstiches unterhalb a veranlassen.

Wenn schon diese Erscheinungen eintreten können bei Durchstichen, denen sogleich der ganze Querschnitt des Flusses gegeben wird, so muß dies noch in höherem Maaße erfolgen, wenn dem Durchstiche nur ein kleiner Theil dieses Querschnittes gegeben, und dem Strome die weitere Aushöhlung überlassen wird.

Die fehlerhafte Ausmündung bei b hat zwar in Beziehung auf den neuen Durchstich selbst keinen so großen Nachtheil, sie würde aber das Abbrechen des unterhalb gegenüber liegenden Ufers bei d veranlassen, auch wegen der plötzlichen Wendung ein langsameres Fließen unterhalb und dadurch mittelst Ablagerung die Entstehung von Kiesbänken veranlassen, welche dem neuen Durchstiche einen Theil seines Gefälles rauben würden. Da es außerdem bei der Grabung neuer Betten immer die Absicht ist, dem Flusse im Ganzen mehr Regelmäßigkeit zu geben, so würde durch eine solche Direktionslinie dieselbe gänzlich verfehlt werden; denn die beiden Wendungen an den Endpunkten würden die Veranlassung von fortdauernden Uferbrüchen und weiteren Ausbiegungen des Bettes werden; dagegen würden alle diese Nachtheile durch die Direktionslinie e f vermieden werden. Schwerer zu entwerfen ist die Direktion für die Durchstechung

Digitized by Google

der Krümme Fig. 7, da die gerade Linie a b zu lang ist und jene von c d plötzliche Wendungen verursacht; daher kann diese Direktion nur mittelst des Bogens e f g zweckmäßig gebildet werden.

Sind mehrere aneinander hängende Krümmungen zu durchschneiden, so macht dies bei ihrer vollständigen Ausgrabung zwar keine Schwierigkeit; will man dagegen den größeren Theil der Aushöhlung dem Wasser selbst überlassen, so treten folgende Umstände ein:

Es sei Fig. 8 ein Durchstich nach der Linie a b auszuführen, und die Durchgrabung eines kleinen Theiles des Querschnittes werde durch die ganze Länge gleichzeitig unternommen, so wird wegen dem größern Querschnitte des natürlichen Bettes bei hoher Fluth — bei welcher überhaupt größtentheils nur das Aushöhlen der Durchstiche durch den Wasserstrom erfolgt — der größere Theil der Wassermasse diesem alten Bette folgen, und ein anderer kleinerer Theil wird durch den Durchstich fließen; bei c werden dann diese getrennten Theile der gesammten Wassermasse in zwei ganz verschiedenen Richtungen wieder zusammentreffen; die Richtung der Hauptmasse wird daher die Richtung dieser vereinigten Wassermasse größtentheils bestimmen, und diese wird nicht in den engen Durchstich c d, sondern in der Krümmung c e eintreten; ferner wird die mit verstärktem Gefälle durch den Durchstich a c geflossene Wassermasse darin viel Material aufgenommen haben, von diesem wird sie einen Theil in die Mündung c des Durchstiches c d absetzen und sie ausfüllen; denn ohnerachtet dieser Durchstich mehr Gefälle hat, als die Krümmung c e d, so wirkt dieses doch erst unterhalb der Mündung auf die Geschwindigkeit des von ihm aufgenommenen Wassers, und diese Geschwindigkeit ist in dieser Mündung aus dem Grunde kleiner, weil es daselbst von der abweichenden Richtung des Hauptstromes sich trennt, und mit dem Anfang einer neuen Richtung auch eine neue Bewegung antritt.

Durch diese Umstände veranlaßt, wird weit weniger Wasser durch den Durchstich c d, als durch jenen von a c fließen, und

Digitized by Google

in demselben Verhältnisse wird diese Wassermenge in den folgenden Durchstichen d f und f b immer mehr abnehmen; endlich wird sich in demselben Verhältnisse in den oberen Mündungen dieser Durchstiche Material ablagern und sie verstopfen.

Es kann daher von einem solchen zusammengesetzten Durchstiche nur von Oben abwärts ein Theil nach dem andern ausgeführt werden, oder es muß sämmtlichen oder doch wenigstens nur mit Ausnahme des oberen Theiles sogleich der ganze Querschnitt gegeben werden.

Diesen Schwierigkeiten auszuweichen, zerlegt man gerne einen solchen Durchstich in einzelne, von einander unabhängige Durchstiche, wie jene von a e und e g.

b) Querschnitt der Durchstiche.

Nach dem I. Abschnitte ist derjenige Querschnitt für das schnelle Fließen des Wassers am vortheilhaftesten, welcher sich dem Halbkreise am meisten nähert; da bei der Ausgrabung von Flußbetten und Kanälen die Bestimmung der Form der Querschnitte von dem Wasserbaumeister abhängt, so würde dieser hierzu auch immer den Halbkreis zu wählen haben; allein dann würden nach Fig. 9 die Ufer an ihren oberen Rändern senkrecht stehen, während sich der natürliche Boden nur bei einer anderthalb- bis zweifußigen Dossirung in seiner Lage erhält. Die Natur der Verhältnisse erfordert daher eine Abweichung nach der Linie a b c d oder e f g h.

Außerdem hat man noch geglaubt, in der technischen Ausgrabung der Sohle nach dem Bogen b i c oder f i g Schwierigkeiten zu finden, und hat anstatt desselben die gerade Linie b c oder f g vorgeschlagen; allein diese Schwierigkeit ist sehr unerheblich, indem es gar nicht schwer hält, nachdem die Sohle nach einer der bezeichneten geraden Linien gebildet ist, auch noch nachträglich dieselbe nach der genannten Bogenfläche zu vertiefen.

Diese Austiefung der Mitte gewährt den Nutzen, daß sie außer der allgemeinen Vermehrung der Geschwindigkeit der ganzen im Bette eingeschlossenen Wassermasse auch dazu beiträgt,

Digitized by Google

den Stromstrich in der Mitte zu halten und ihn hiermit an dem Angriffe der Ufer zu verhindern. Diese ausgehöhlte Sohle entspricht endlich auch der Form der durch die Natur selbst gebildeten Flußbetten. Auf diese Weise wäre zwar die Form, aber noch nicht die Größe der den Durchstichen zu gebenden Querschnitte gefunden.

Wäre das Maximum der durchzuführenden Wassermasse und die Geschwindigkeit bekannt, welche dieselbe in dem nach der hier beschriebenen Form gebildeten Querschnitte annehmen würde, so hätte man nur nöthig, diese Geschwindigkeit in jene Masse zu theilen, um die gesuchte Größe des Querschnittes zu finden.

Die Ausmittelung dieser beiden Größen wird man dadurch am schnellsten und sichersten bewirken, wenn man eine möglichst regelmäßige Strecke des betreffenden Flüsses aufsucht, in derselben den Querschnitt des Bettes und des Fluthstromes, so wie das Gefälle und die Geschwindigkeit sowohl im Bette, als im außerhalb gelegenen Theile des Fluthstromes, mißt, und alle diese Größen mit den im neuen Durchstiche zu erwartenden, durch Berechnung und Schätzung *) vergleicht und hieraus ein annäherndes Resultat zieht.

Dieser Querschnitt braucht aber nicht immer ganz ausgegraben zu werden, und es ist dieses vollständige Ausgraben, besonders bei größeren Flüssen, zur Ersparung von Kosten möglichst zu vermeiden; denn da bei starken Krümmungen die Durchschnitte oft nur die Hälfte oder ein Drittheil der Länge von jenen Krümmungen erhalten, so erhalten sie das doppelte oder dreifache Gefälle derselben, und dieses gibt dem Wasser eine solche Geschwindigkeit, wodurch es sich, sobald ihm nur einmal

*) Absichtlich sage ich Schätzung, da sich ein großer Theil der hier in Betracht zu ziehenden Einwirkungen nicht durch den Kalkul genau vergleichen läßt — der praktische Wasserbaumeister vielmehr, wegen dem unpraktischen Zuschnitte der vorhandenen Theorien und zur Ausbildung seines praktischen Blickes, sehr häufig auf Schätzungen hingewiesen ist.

Digitized by Google

der kürzere Weg angewiesen ist, sein neues Bett selbst aushöhlt; hierzu kann ein nur wenige Fuß tiefer Graben hinreichen.

Die Bestimmung des Querschnittes dieses Grabens oder auch die Entscheidung der Frage, ob der ganze Querschnitt auszugraben und hiermit auf die Beihülfe des Flusses zu verzichten ist? hängt von folgenden Umständen ab.

1. Gewöhnlich besteht der Boden der Thäler aus dem Produkte der früheren Ablagerung der sie durchschneidenden Flüsse, und da bei dieser früheren Ablagerung diese Flüsse beiläufig schon dasselbe Gefälle hatten, und die Größe der abgelagerten Mineraltheilchen der jenem Gefälle entsprechenden Geschwindigkeit proportional war, so sind sie auch der gegenwärtigen mittleren Geschwindigkeit des betreffenden Flusses proportional; wenn daher diese Geschwindigkeit an irgend einer einzelnen Stelle vergrößert wird, so wird sie den ihrer Größe entsprechenden Widerstand jener frühern Ablagerungen überwältigen und sie mit sich fortnehmen; da wo aber die Geschwindigkeit unter jene mittlere herabfällt, da wird die Fluth sie wiederholt ablagern. Wenn daher in einem Durchstiche, wegen dem in ihm konzentrirten Gefälle, die Geschwindigkeit über die mittlere vermehrt wird, so muß der Strom das Material, durch welches er fließt, ablösen und so lange mit sich fortführen, als er nicht unter die mittlere Geschwindigkeit zurückfällt.

Hierbei ist jedoch in Betracht zu ziehen, daß in einem engen Graben die Adhäsion und Cohäsion die Geschwindigkeit weit mehr vermindert, als in einem weiten, daß daher die durch ein vermehrtes Gefälle vergrößerte Geschwindigkeit durch eine stärkere Ad- und Cohäsion wieder verloren gehen kann, und sich nur bei gleichweiten Betten die Geschwindigkeit mit dem verschiedenen Gefälle in ein gleiches Verhältniß setzen kann. Aus dieser Ursache kann ein größerer Querschnitt für den Leitgraben nöthig werden, als dies außerdem der Fall gewesen sein würde.

Auf den Zeitraum, in welchem die beabsichtigte Aushöhlung erfolgen kann, wirken folgende Umstände ein.

Zur Hinwegführung lose aufliegender Mineraltheilchen bedarf

das Wasser keiner langen Zeit, und es entscheidet hier nur die Größe dieser Theilchen darüber, ob sie der Einwirkung des Wassers widerstehen können, oder ob sie demselben folgen müssen; dagegen fordert die Auf- und Ablösung der Thontheilchen eine gewisse Zeit, und obwohl hierzu eine kleinere Geschwindigkeit des Wassers hinreicht, als zur Fortführung von grobem Sande, so erfolgt doch ihr Abschwemmen weit langsamer.

Gräbt man ferner einen engen Graben, in welchem das Wasser durch ein starkes Gefälle eine Geschwindigkeit erhält, welche die mittlere Geschwindigkeit des betreffenden Flusses überschreitet, so erfordert die Austiefung desselben dennoch eine viel längere Zeit, als jene eines weiteren Grabens, weil anfänglich noch die Wassermasse und die Angriffsflächen zu klein sind, um eine schnelle Wirkung hervorzubringen.

Aus dem hier Aufgeführten geht hervor:

a) daß nur durch eine größere Geschwindigkeit im Durchstiche die Aushöhlung desselben durch das Flußwasser bewirkt werden kann, als jene war, bei welcher sich das hinwegzuführende Material abgelagert hat;

b) daß loser Sandboden schneller, als Thonboden, durch das Wasser ausgehöhlt wird;

c) daß die Aushöhlung bei engen Gräben langsam erfolgt und dieselbe sich mit der zunehmenden Erweiterung beschleunigt.

Alles dieses bezieht sich jedoch nur auf Aushöhlungen aus dem aufgeschwemmten Boden; berührt aber der Durchstich ältere Gebirgsarten und Felsenmassen, so kann dessen Aushöhlung nur durch Menschenhände geschehen.

2. Ist ein Durchstich nur kurz, so kann das Wasser die abgelöste Erde schnell durch seine ganze Länge bis in das natürliche Bett unterhalb demselben führen; dagegen kann sich bei langen und engen Durchstichsgräben diese Erde so anhäufen, daß sie dieselben verstopft; es müssen daher diese Gräben mit der Zunahme ihrer Länge auch in ihrer Weite zunehmen.

3. Bei der Durchgrabung kleiner Bäche könnte wohl auch Anwendung von der natürlichen Austiefung gemacht werden;

Digitized by Google

allein es würde dabei die Kostenersparung unerheblich sein, weshalb man auch hierbei nur selten davon Gebrauch macht.

4. Bei der eigenen Aushöhlung der Flußbetten muß das ganze von ihnen herrührende Material irgendwo abgelagert werden; ist zu dieser Ablagerung unterhalb der Durchstiche hinlängliche Gelegenheit, so bietet dieser Umstand dem betreffenden Vorhaben kein Hinderniß dar; wenn dagegen diese Gelegenheit mangelt, oder eine Flußstrecke folgt, in welcher kein Austreten des Wassers statt finden darf, und im Bette selbst kein überflüßiger Raum zu dieser Ablagerung vorhanden ist, oder von dem Flußwasser kurz unterhalb dem Durchstiche künstliche Kanäle gespeist werden, in denen Ablagerungen von größerem Nachtheile sein würden, dann muß die ganze Weite unmittelbar ausgegraben werden.

Unter den Ausmündungen solcher durch ihr eigenes Gewässer ausgehöhlten Durchstiche, und besonders wenn das alte Bett daselbst eine große Weite hat, entstehen, wegen der dadurch plötzlich abnehmenden Geschwindigkeit und der dadurch erfolgenden starken Ablagerung, Kiesbänke, welche das ganze Bett und somit auch die ganze Ausmündung der Durchstiche erhöhen.

5. Wenn es im Durchstiche an Gefälle fehlt, besonders wenn die durchstochene Krümmung nicht sehr ausgebogen ist, dann wird zur Vermehrung desselben das alte Flußbett gesperrt; allein diese Sperrung erhöht so lange, bis der Durchstich beinahe seine ganze Austiefung erlangt hat, den Wasserspiegel oberhalb und bringt zuweilen der daselbst gelegenen Thalfläche, und besonders den dasigen Mühlen, großen Schaden, weshalb zuweilen auch aus diesem Grunde auf dieses Hülfsmittel Verzicht geleistet und eine vollständigere Ausgrabung vorgenommen werden muß.

c) Technische Hülfsmittel für die Ausführung der Durchstiche.

Man hat die venturische, trichterförmige Erweiterung der Ausflußröhren an ihren beiden Enden auf die Querschnitte der Durchstiche anzuwenden gesucht, und dabei übersehen, daß sich

Digitized by Google

jene durch die Gesetze der Adhäsion und Cohäsion hervorgebrachte Erscheinungen nur auf einen dünnen und kurzen Wasserstrahl anwenden lassen.

Wird ein Trichter nach Fig. 6 bei e angebracht, so kann durch den weiten Raum, den er einschließt, nur so viel Wasser fließen, als der Querschnitt der unterhalb gelegenen Strecke des Durchstiches durchzuführen vermag, und wenn auch die Geschwindigkeit dieser Strecke beträchtlich ist, so kann sie bei einem großen Unterschiede der beiden betreffenden Querschnitte im oberen Theile des Trichters so klein werden, daß das in ihn eintretende Wasser sein Material daselbst sinken läßt, und so durch Erhöhung der Sohle die Einmündung des Durchstiches verschließt. Auf ähnliche Art verliert das den engeren Theil des Durchstiches durchgeströmte Wasser in dem untern Trichter plötzlich seine Geschwindigkeit, lagert daselbst das häufige in ihm aufgenommene Material ab und vermindert auf diese Weise das für das Austiefen des Durchstichs so nöthige Gefälle.

Diese Trichter, deren Anlegung mit beträchtlichen Kosten verbunden ist, sind daher nicht allein ohne allen Nutzen für den betreffenden Zweck, sondern sie sind demselben selbst nachtheilig.

Mit den Maasregeln zur Eröffnung neuer Betten müssen jene zur Verschließung und Ausfüllung der alten in Verbindung gesetzt werden. Bei der Durchstechung der Krümmungen von Bächen und kleinen Flüssen, wobei gewöhnlich der ganze Querschnitt ausgegraben wird, und die Entfernung zwischen dem neuen und dem alten Bette, wenigstens an den Endpunkten derselben, nur klein ist, da wird die ausgegrabene Erde in das alte Bett geführt, und damit zugleich die untere Ausmündung desselben nach ihrer ganzen Breite, jedoch nicht bis auf die ganze Höhe der Uferfläche, geschlossen. Diese Verschließung treibt das Wasser mit mehr Macht durch den Durchstich, und das zur Fluthzeit sich im alten Bette noch langsam fortbewegende Wasser bewirkt durch seine Ablagerung nach und nach die Ausfüllung des offen

Digitized by Google

gebliebenen Theiles deſſelben, welche Ausfüllung durch das Ausſtecken mit Weiden noch begünſtigt wird.

Dieſe Ausfüllung der alten Betten iſt nicht allein zu deren landwirthſchaftlicher Benutzung, ſondern auch zur Sicherung des Waſſerlaufs in den neuen Betten nothwendig.

Die zur untern Verſchließung der Bäche und kleineren Flüſſe angewandten, mit Buſchweiden bepflanzten, breiten Erddämme gewähren bei größeren Flüſſen nicht die nöthige Sicherheit, und es iſt bei dieſen nöthig, dieſe Dämme wenigſtens an ihrem nach unten gekehrten Abhange aus Faſchinenpackwerken oder Steinen zu konſtruiren.

Bei großen Flüſſen iſt die völlige Verſchließung der alten Betten mittelſt Sperrbuhnen aus Faſchinen zur Zeit, wo der größere Theil des Waſſers noch durch ſie hindurchfließt, mit großen Schwierigkeiten verbunden, weil der durch die angefangene Sperrung beſchleunigte Waſſerſtrom das Bett unter den Faſchinenlagen vertieft und dadurch die der Buhne zu gebende Höhe ſehr vermehrt.

Wird dagegen ein Steindamm in Anwendung gebracht und deſſen ganze Grundlage vor ſeiner Erhöhung mit Steinen bedeckt, ſo wird jene Austiefung vermieden.

Es kann indeſſen dieſe Abſchließung gänzlich unterbleiben bei der Anwendung der von Schemerl mit gutem Erfolge ausgeführten Schöpf- und Ablenkungsbuhnen an der Einmündung der Durchſtiche nach y z, Fig. 6; dadurch wird der Waſſerſtrom beſſer in den Durchſtich hineingewieſen, und die Menge des dem alten Bette folgenden Waſſers wird dadurch ſo vermindert, daß wegen der dadurch ebenfalls verminderten Geſchwindigkeit auch die nöthige Ablagerung im alten Bette erfolgt.

Wenn nur ein enger Graben ausgehoben und die weitere Austiefung des Durchſtichs dem Strome überlaſſen wird, ſo iſt zur Bildung eines regelmäßigen Bettes die größte Sorgfalt und mancherlei Nachhülfe nöthig; denn erfolgt nach Fig. 6 das obere Einſtrömen des Waſſers nicht genau in der Direktion des neuen

Digitized by Google

Grabens, so stößt dasselbe wider das entgegengesetzte Ufer bei g an und höhlt darin eine Einbiegung aus, welche dann den Strom abermals in einer falschen Richtung gegen das Ufer bei h wirft und den Grund zu späteren Unregelmäßigkeiten legt. Darum ist die größte Aufmerksamkeit auf die Direktion der Einströmung nothwendig, und im Falle dieselbe nicht durch Einbaue richtig dirigirt werden kann, ist der Punkt g durch andere Einbaue zu schützen.

Ferner leistet zuweilen die auf der einen Seite des Grabens befindliche Erdart den Angriffen des Wassers mehr Widerstand, als die auf der anderen Seite befindliche; dies ist eine abermalige Veranlassung zu Krümmungen. Diesen Unregelmäßigkeiten ist daher durch Abgrabung auf der konveren Seite, oder durch Schutzbuhnen auf der konkaven Seite vorzubeugen.

Den aus den Leitgräben ausgehobenen Boden lagert man in kleiner Entfernung von deren Ufern, damit dieselbe nicht schon bei der ersten Erweiterung der Gräben in sie hineinstürze und sie verstopfe. Bei dem weitern Fortschreiten der Erweiterung derselben fällt er hinein und wird vom Strome mit fortgeführt, und hiermit die Kosten für dessen Hinwegschaffung erspart. Bis zu diesem Herabstürzen kann er zu Leitdämmen für die Fluth benutzt, dadurch die Wassermenge, welche dem neuen Wege folgt, vergrößert und hiermit die Aushöhlung desselben beschleunigt werden.

Bei dem unmittelbaren Ausgraben der Durchstiche — dies mag in der ganzen Weite des Querschnittes oder nur in einem Theile desselben, an einem Bache oder einem Flusse geschehen — ist folgendermaßen zu verfahren.

Die Ausgrabung kann nur bei niedrigem Wasserstande vorgenommen und muß von unten aufwärts, bis auf den niedrigsten Wasserstand, bewirkt werden. So wird der größte Theil der Erdmasse ausgegraben, ohne daß das Wasser die Arbeit erschwert; tritt während derselben ein hoher Wasserstand ein, so fällt mit dem Fallen desselben auch das in den Durchstich ein-

Digitized by Google

gedrungene Wasser wieder heraus. Sobald diese Tiefe erreicht ist, wird bei der Ausgrabung der ganzen Querschnitte, bei demselben Wasserstande, die noch weiter erforderliche Tiefe ausgehoben, während unter- und oberhalb stehen gelassene Querdämme das Flußwasser zurückhalten; ist die auszugrabende Erdart wasserdicht, so kann dies ohne Störungen durch eindringendes Grundwasser bis auf beträchtliche Tiefen geschehen; ist dies aber nicht der Fall, so kann die Ausgrabung auf die gewöhnliche Art nur bis zur Tiefe von 1¼ Fuß unter den sich darin aufstellenden Wasserspiegel geschehen. Zur weiteren Austiefung muß nach Umständen entweder das Wasser herausgehoben und dadurch die Fortsetzung des gewöhnlichen Verfahrens möglich gemacht, oder es muß diese weitere Austiefung mittelst Baggern geschehen; dies geschieht entweder durch Handbaggern oder durch Moddermühlen, worüber sich das Nähere in der vorhandenen Wasserbauliteratur angegeben findet.

Da, wo auf die Mithülfe des Stromes zur Austiefung seines Bettes nur einigermaßen gerechnet werden kann, da wird man dieses kostspielige Verfahren vermeiden und sie durch ihn zu bewirken suchen, indem man die weiter unten zu beschreibenden Hülfsmittel hierzu anwendet.

In Leitgräben, welche nur einen Theil des für den Durchstich bestimmten Querschnittes erhalten, wird nach der Ausgrabung bis auf den niedrigsten Wasserstand in der Mitte, unter dem Schutze von stehen zu lassenden Querdämmen, ein 3 bis 6 Fuß breiter Graben noch einige Fuße tiefer ausgehoben, weil derselbe die Angriffe des Stromes auf das Bett des Leitgrabens sehr erleichtert, und dessen Aushebung mit nur geringem Aufwande verbunden ist.

C. Einschränkung der Breite.

Betrachten wir die gewöhnliche Form der natürlichen Flußbette, so finden wir, daß der Theil derselben, welcher beständig mit Wasser bedeckt ist, eine sehr flache Lage hat, und nur derjenige Theil der Ufer, welcher aus dem niedrigsten Wasserspiegel

Digitized by Google

hervorragt und mit Vegetation überzogen ist, mehr von der horizontalen Lage abweicht.

Die immerwährende Einwirkung des fließenden Wassers erlaubt den von ihm berührten Erdtheilen keine stark geneigte Lage, und nur mit Hülfe der die Ufer bedeckenden Gewächse können sich dieselben in einer größern Neigung erhalten.

Da, wo dagegen die Ufer aller Vegetation ermangeln, da nimmt auch der über den niedrigsten Wasserspiegel hervorragende Theil derselben jene flache Lage an, und die Betten bekommen dadurch eine für die Fortbewegung ihres Gewässers nachtheilige, von dem Halbkreise sehr abweichende Form.

Setzt sich in der Mitte eines solchen Bettes irgend ein Gegenstand fest, so veranlaßt sein Rückstau alsbald häufige Ablagerung und somit das Entstehen einer Sandbank, welche den Strom theilt, ihn nach den Ufern treibt und hierdurch eine weitere Verbreiterung des Bettes veranlaßt.

Die dünnen Wasserschichten, welche in einem solchen Bette hinfließen, werden durch die Adhäsion so sehr ihrer Geschwindigkeit beraubt, daß sie durch die ganze Breite der Bette immer mehr Material sinken lassen und dadurch das Uebel fortwährend vergrößern; noch stärker erfolgt die Erhöhung der Sandbänke, weil auf ihnen die Wasserschichten am dünnsten sind und daher die Wirkung der Adhäsion am stärksten ist. Sobald sich hierauf Vegetation auf ihnen festsetzt, steigen sie aus dem niedrigen Wasserspiegel als Inseln empor, bewirken eine völlige Theilung des Stromes und vermehren hierdurch abermals die Adhäsion.

In Flußkrümmungen kommen diese Erscheinungen weit weniger vor; während in geraden Strecken die getrennten Stromfäden keine Vereinigung finden und sich in ihrer Trennung über breite Flächen ausbreiten, vereinigt in Krümmungen das konkave Ufer alle diese Fäden, ihre vereinte Kraft bewirkt Vertiefung an jenem Ufer, und während die Stromrinne sich ihm immer mehr nähert, bricht das Ufer unten aus, und es wird hierbei das Abflächen desselben durch die auf der Oberfläche befindliche Vegetation verhindert.

Digitized by Google

Den hier aufgeführten Nachtheilen einer zu flachen Form der Querschnitte und der zu großen Breite der Betten wird durch deren Einengung abgeholfen, weil dadurch die sich darin fortbewegenden Wasserschichten an Dicke zunehmen, wodurch die Einwirkung der Adhäsion auf ihre Bewegung geschwächt wird. Da ferner der Mangel an Vegetation an den Ufern die Grundursache der übermäßigen Breite ist, und diese — besonders Weidenstrauch — durch ihr Anfangen von Flußmaterial auch die Erhöhung der Ufer nach und nach bewirkt, so sind Anpflanzungen das natürlichste Mittel zur Erreichung des bezeichneten Zweckes.

Bei Bächen und kleinern Flüssen kann die betreffende Erhöhung der Ufer durch das bloße Anpflanzen von Weidenstrauch bis auf den niedrigsten Wasserstand, das beständige Vorrücken mit dieser Anpflanzung auf das sich bildende Vorland und durch Flechtzäune geschehen, welche auf den flachen Alluvionen angelegt und deren Zwischenräume sorgfältig ausgepflanzt werden.

Diese Anpflanzung muß nach Fig. 10 durch möglichst gerade Parallellinien begrenzt werden, welche den Betten eine für die von ihnen abzuführenden Wassermassen angemessene Breite lassen und eine möglichst regelmäßige Direktion herstellen.

Selbst bei größern Flüssen kann diese Maasregel ausreichen, wenn für den betreffenden Zweck kein großer augenblicklicher Aufwand gemacht werden kann und kein großer augenblicklicher Effekt verlangt wird; die Wirkung wird beschleunigt, wenn man den Busch bei möglichst großer Stärke erhält. Wird aber ein schnelles Resultat beabsichtigt, so muß die festgesetzte Uferlinie nach Fig. 11 mit den Köpfen von an das alte Ufer anzuschließenden Buhnen begrenzt, und dann die dadurch veranlaßte Alluvion ebenfalls alsbald mit Weiden ausgepflanzt werden.

Man hat häufig für die Anwendung dieser Maasregeln die Herstellung einer allgemeinen Normalbreite vorgeschrieben; die Grundsätze, nach welchen sie ermittelt werden soll, sind mir zwar nicht bekannt, es scheint mir indessen, es müßten hierbei folgende Punkte in Betracht kommen.

Digitized by Google

1. Da sich mit jedem einmündenden Nebenflusse die Wassermenge im Hauptflusse vermehrt, so muß sich hiermit auch dessen Normalbreite vergrößern.

2. Da sich mit jeder Abänderung im Gefälle und in der Form des Querschnittes auch die Geschwindigkeit, und hiermit der Quadratinhalt des Querschnitts des Wasserstromes abändert, so muß sich hiermit ebenfalls die Normalbreite abändern.

3. Die Normalbreite eines Bettes kann nur da auf jene Breite bestimmt werden, welche dem in Fig. 9 dargestellten Normalquerschnitte entspricht, wo diesem Bette auch dessen Tiefe und Form gegeben werden kann; da wo aber diese Tiefe und Form sich nicht von selbst herstellt und eine durch Kunst zu bewirkende Herstellung derselben nicht beabsichtigt wird, da muß auch eine abweichende Breite Platz greifen, und zwar nach Maasgabe der Abweichung von den Verhältnissen des genannten Normalquerschnitts.

4. Nur in geraden Flußstrecken, und auch da nur stellenweise, ist eine Beschränkung der Breite, jedoch fast niemals durch lange Flußstrecken die Herstellung einer gleichen Breite nöthig; denn in Krümmungen liegt immer eine tiefe Stromrinne in der Nähe des konkaven Ufers, und die sich am konvexen bildende Alluvion verhindert immer eine zu große Breite, wenigstens fließt daselbst der Wasserstrom niemals in einer unserm Zwecke nachtheiligen Ausdehnung; ferner kann auch in geraden Flußstrecken nur da für die Einschränkung der Breite Aufwand gemacht werden, wo durch denselben ein wirklicher Nutzen erzielt wird; häufig haben aber auch gerade Strecken eine nicht übermäßige Breite, und es erscheint sonach die Einschränkung derselben nur an denjenigen Stellen zweckmäßig, wo ihr Uebermaas mit wirklichem Nachtheil verbunden ist.

Und selbst auch da kann diese mit der Austiefung der Sohle in Verbindung zu setzende Einschränkung nur nach Maasgabe der Größe des dadurch zu erzielenden Nutzens und daher in sehr verschiedenem Maase geschehen.

Aus diesen Verhältnissen geht hervor, daß die Bestimmung

Digitized by Google

der den verschiedenen Flußstrecken zu gebenden Breite von sehr abweichenden Grundlagen abhängt, und ihre Anwendung nur in einzelnen Flußstrecken Platz greifen kann, sich daher die ganze Maasregel darauf beschränken müsse, daß man in denjenigen Flußstrecken, deren übermäßige Breite die Versandung ihres Bettes, oder das Entstehen von Sandbänken und Inseln, und dadurch ein nachtheiliges Austreten der Fluthen veranlaßt, unter Benutzung der von der Oertlichkeit dargebotenen Hülfsmitteln, diejenige Einschränkung bewirkt, die dem durch äußere Verhältnisse bestimmten ökonomischen Effekte am meisten entspricht.

D. Entfernung von Sandbänken, Inseln und konvexen Ufern.

Das unmittelbare Hinwegräumen dieser Gegenstände ist gewöhnlich so lange ohne Erfolg, als die Ursachen ihrer Entstehung nicht ebenfalls entfernt werden.

Sandbänke entstehen, wie wir oben gesehen haben, da wo der Stromstrich ferne liegt, daher die Geschwindigkeit klein ist, wo daher das Bett nach einer Seite eine überflüßige Breite hat.

Sie werden entfernt, wenn man durch jenseits angebrachte Einbaue den Stromstrich ihnen nähert, oder wenn man die Flußstrecke, in welcher sie gelegen sind, einengt und dadurch dem über sie hinfließenden Wasser mehr Geschwindigkeit gibt.

Inseln sind frühere Sandbänke, welche durch die sich auf ihnen gebildete Vegetation begünstiget mehr erhöht haben; ihre Hinwegschaffung muß auf dieselbe Art geschehen, nur ist hier auch die Ausrottung der Vegetation zu bewirken, da dieselbe den Angriffen des Wassers widersteht; ferner muß bei ihrer größeren Höhe mehr auf den von der Seite eingreifenden Grundabbruch hingewirkt werden, weil das über sie hinströmende Wasser zu wenige Tiefe, und somit zu wenige Geschwindigkeit und Gewalt hat, auf ihre Oberfläche einzuwirken.

Es sei die Insel Fig. 12 hinwegzutreiben, und das Bett ober- und unterhalb derselben habe eine den Ortsverhältnissen angemessene Breite, so ziehe man die Linien a b und c d, und

lege von jeder Seite gegen die Mitte der Insel eine Buhne an, welche Buhnen man entweder sogleich bis an die gedachten Linien vortreten läßt, oder, wenn sie den Fluß zu sehr aufstauen sollten, nur allmählig, und zwar nach Maasgabe der Verschmälerung der Insel, bis dahin verlängert; ist es blos eine Sandbank, so ist diese Vorsicht nicht nöthig.

Liegt dagegen eine Insel in einem weniger regelmäßigen Bette, so erscheint es oft zweckmäßig, einen der Flußarme zu verschließen und denjenigen beizubehalten, der die regelmäßige Direktion des Stroms am meisten begünstigt, wie bei Fig. 13.

Hier wird man bei a eine Sperrbuhne anlegen, den Abbruch der Insel von der Seite des jenseitigen Flußarmes, so wie jenen der konveren Ufer bei b und c möglichst begünstigen, und nöthigenfalls diese Uferstellen unmittelbar abstechen und dem Strome übergeben; zu diesem Zwecke und zur Hervorbringung einiger Regelmäßigkeit sind außerdem noch die Buhnen d und e nothwendig.

Obwohl das wirksamste Mittel zur Entfernung der Flußkrümmungen deren Durchstechung ist, so entspricht eines Theils diese Maasregel nicht immer dem ökonomischen Effekte, andern Theils sind sie oft so gestaltet, daß ihre Durchschneidung nicht angeht, weil, wie in Fig. 14, die Durchschnittslinie in das Flußbett fallen würde; es kömmt daher der Fall öfter vor, daß in bestehenden Betten die Biegungen vermindert werden müssen, ohne daß hierzu neue Ausgrabungen vorzunehmen wären.

Oft hat man durch Treibbuhnen, wie hier bei a b und c, solche Flußkorrektionen auszuführen gesucht, man glaubte durch die Richtung derselben den Stromfäden ebenfalls eine beabsichtigte Richtung geben zu können, und daß, wenn diese Richtung auf konvere Ufer ziele, dann fände ein An- und Abprallen nach den punktirten Pfeillinien statt. Allein bedenkt man, daß das ganze Bett von Stromfäden angefüllt ist, und alle übrigen den einen hier ins Auge gefaßten an der ihm beigelegten Richtung verhindern würden, so wird man die Unrichtigkeit dieser Ansicht bald wahrnehmen.

Digitized by Google

Das wahre Sachverhältniß ist folgendes: Durch jeden Einbau wird eine enge Stelle im Bette erzeugt, dadurch wird das Wasser nach oben aufgestaut und ein stärkeres Gefälle, so wie eine größere Geschwindigkeit, an dieser Stelle hervorgebracht. Diese größere Geschwindigkeit bringt dann eine verhältnißmäßige Einwirkung auf das Bett hervor; die Angriffe des Stromes erfolgen zwar auf alle von ihm berührten Theile des Bettes, und besonders auf diejenigen, auf welche dessen Direktion von oben gerichtet ist, hier hauptsächlich auf die Köpfe der Buhnen und auf den zunächst vor denselben gelegenen Theil des Grundbettes, am schwächsten aber auf das gegenüber gelegene konvexe Ufer; nur nach und nach, und nachdem die Angriffe auf die Köpfe der Buhnen fruchtlos geblieben sind, erstreckt sich die Austiefung des Bettes bis zum jenseitigen konvexen Ufer, das Wasser unterwascht dasselbe und veranlaßt dessen Abbruch; je breiter indessen das Bett ist, desto schwächer ist die Einwirkung auf das jenseitige Ufer.

Diese Verhältnisse deuten auf folgende Behandlungsart dieser Krümmungen hin.

Da diese Krümmungen immer mehr ausgreifen, wenn ihre konkaven Ufer nicht gegen die Angriffe des Wassers geschützt werden, und daher einige mit einigen Kosten verbundene Bauten unerläßlich sind, wenn diesem die anliegenden Grundstücke verschlingenden und den Wasserlauf immer mehr störenden Ausgreifen Einhalt gethan werden soll: so kann auch ohne bedeutende Vermehrung dieser Kosten mit den Schutzbauten an diesen Ufern so vorgerückt werden, daß sich die Krümmungen an denselben allmählig vermindern; hiermit muß aber die Vertilgung der Vegetation an dem gegenüber liegenden konvexen Ufer in Verbindung gesetzt und überhaupt das Abbrechen dieses Ufers begünstigt werden.

Hierbei werden die Gefahren vermieden, in welchen sich immer stark vortretende Buhnen befinden, ferner jener Aufwand, welcher die Sicherstellung derselben vor jenen Gefahren verur-

Digitized by Google

sacht, endlich der der oberen Gegend oft nachtheilige Aufstau, welchen sie hervorbringen.

An Bächen und kleinen Flüssen kann selbst dieser Zweck in flachen Krümmungen durch bloße Weidenpflanzungen an den konkaven Ufern erreicht werden, wenn das Ausrotten der Vegetation auf den konveren Ufern mit derselben Sorgfalt bewerkstelligt wird.

Wird hingegen eine alsbaldige vollständige Geradeleitung verlangt, dann sind allerdings Buhnen an den Stellen d e f g h ꝛc. Fig. 14, anzulegen, und nur diejenigen, welche eine bedeutende Verengung hervorbringen würden, sind nach und nach bis an die projektirte neue Uferlinie vorzurücken. Das Abtreiben der konveren Ufer kann dann durch unmittelbares Abgraben unterstützt werden, welches auch durch das Abstechen der zu den am konkaven Ufer auszuführenden Bauten nöthigen Erde bewirkt wird, welche man entweder durch Karren über Pritschen, oder mittelst Kähnen zu Wasser überfahren kann.

E. Austiefung der Sohle der Betten.

Oben haben wir gesehen, daß wegen der natürlichen Auflagerung des die Flußbetten bildenden Materials diese gewöhnlich einen weit flacheren Querschnitt annehmen, als dies die möglichst schnelle Fortbewegung des Wassers erheischt. Ein Mittel zur Abhülfe dieses Uebels bildet die Einengung der zu breiten Flußstrecken, wobei mittelst der Verstärkung des Stromes allerdings schon oft eine hinlängliche Austiefung erfolgt; allein durch dieses Mittel wird häufig der Zweck noch nicht vollständig erreicht, wenn nicht dem Strome auch auf andere Art zu Hülfe gekommen wird; ferner ist zuweilen auch da eine Austiefung nöthig, wo keine überflüßige Breite vorkömmt; endlich ist die Vertiefung der Sohle kleiner Bäche durch das eigene Gewässer oft nicht anwendbar, und daher die unmittelbare Ausgrabung derselben erforderlich. Aus diesen Gründen macht die Einwirkung auf die Austiefung der Sohle der Bäche und Flüsse einen Hauptgegenstand des Flußbaues aus.

Digitized by Google

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, daß alle Austiefungen von natürlichen Gewässern, nur mit Ausnahme einiger Bäche, so zu behandeln sind, daß es nach ihrer Vollziehung dem eigenen Fluthstrome möglich werde, diese Tiefe fortwährend zu erhalten.

Aus diesem Grunde ist darauf zu sehen, daß jede ausgetiefte Stelle sich unterhalb an eine wenigstens eben so tiefe anschließe und nie eine höhe Stelle die vertiefte Flußstrecke unterbreche; besonders aber ist Rücksicht zu nehmen auf dasjenige Verhältniß zwischen der Größe der in jede betreffende Flußstrecke eintretenden Geschiebe und der Geschwindigkeit der Fluth, wodurch es letzterer möglich wird, erstere mit hinwegzuführen und dadurch die vorhandene Tiefe zu erhalten.

Die zur betreffenden Austiefung anzuwendenden Mittel sind folgende:

1. Da wo bei Bächen das Austiefen durch das eigene Gewässer nicht ausreicht, ist das unmittelbare Ausgraben erforderlich; bevor man sich jedoch zu einer solchen, immer wiederkehrenden, kostspieligen Maasregel entschließt, ist zu überlegen, ob sie nicht durch die Anwendung eines der folgenden Mittel vermieden werden kann.

a) Durch die Vertilgung der aus der Sohle hervorwachsenden Vegetation;

b) durch das Zurückhalten des Materials im Gebirge;

c) dadurch, daß man auf diejenige Weite verzichtet, welche zur Aufnahme der ganzen Fluth bestimmt ist, und dagegen dem Wasser einiges Austreten und einige Ablagerung an den allenfalls hierzu auszumittelnden Orten außerhalb dem Bette gestattet;

d) durch das periodische schnelle Durchströmen einer oberhalb entweder bereits befindlichen oder zu dem Zwecke zurückgehaltenen großen Wassermasse.

2. Da wo Bäche und Flüsse gröbere Steinstücke mit sich führen, da sind letztere oft die Ursache einer unverhältnißmäßigen Erhöhung der Betten. Diese gröberen Steine, welche in der

Digitized by Google

Sohle obenaufliegen, widerstehen durch ihre Größe und Form dem Stoße des Wassers nicht allein auf der Stelle, auf welcher sie sich befinden, sondern sie wenden diesen Stoß auch von allen kleinern Materialstücken ab, welche in einer bedeutenden Strecke unterhalb sich vorfinden; jeder dieser Steine veranlaßt daher zugleich die Ablagerung von einer Menge anderem Materiale, und so bringen sie allmählig bedeutende Erhöhungen hervor; werden sie dagegen abgelesen, so nimmt das Wasser das bis dahin von ihnen beschützte Material mit fort, es treten dann andere, früher liegen gebliebene Steine hervor, welche hierauf ebenfalls abgelesen und somit die Sohlen ganzer Flußbetten vertieft werden können.

3. Wenn in schiffbaren Flüssen die Sohle aus Sand besteht, bedient man sich zu dessen Ausräumung der Handbagger oder Sandschippen, mit welchen man diesen Sand aus einer Tiefe von 2 bis 4 Fuß in einen Prahmen hebt und dann hinwegführt; zuweilen werden die Kosten dieser Arbeit durch den Preis des Sandes ersetzt. In größeren Tiefen bedient man sich der sogenannten Moddermühlen zur Austiefung der Sohle.

4. Da wo die auszutiefende Sohle aus festem Kies oder aus Thonschichten besteht, da schleift man Schiffsanker oder zu diesem Behufe angefertigte schwere Rechen durch die zu vertiefende Stellen hin, reißt dadurch das gedachte Material los und veranlaßt dessen Forttreiben durch den Fluthstrom.

5. Endlich möchte noch folgendes Mittel in dazu geeignetem Lokale mit Nutzen angewendet werden können.

Wir wissen aus der Erfahrung, daß sich die Betten unter den Faschinenlagen der Sperrbuhnen schnell und viel vertiefen, und daß unter und neben tief und stromaufwärts gehenden Fahrzeugen, welche die Querschnitte der von ihnen passirten Flüsse und Kanäle beinahe ausfüllen, ein lebhafter Strom entsteht. Wollte man diesen Strom zum Austiefen der Flußbetten benutzen, so brauchte man nur solche Fahrzeuge, deren Länge oder Breite, so wie die ihnen durch Belastung zu gebende Tiefe, den betreffenden Querschnitt beinahe auszufüllen im Stande wäre,

Digitized by Google

an den auszutiefenden Stellen so lange vor Anker zu legen, bis die gewünschte Austiefung erfolgt wäre; worauf man dann mit ihnen flußaufwärts fortrückte, und so diese Operation durch die ganze Länge der auszutiefenden Flußstrecke fortsetzte.

F. Entfernung der nachtheiligen Vegetation.

Die aus der Sohle der langsam fließenden Bäche und Flüsse hervorwachsenden Schilf- und Rohrgewächse, so wie die an den Ufern — vom Spiegel des niedrigsten Wasserstandes an aufwärts — wachsenden Gesträuche und Bäume, vermindern nicht allein die Querschnitte dieser Betten nach Maasgabe der Größe ihrer Massen, sondern sie vermindern auch, so weit sich ihre Blätter und Zweige in die Fluthmassen eintauchen, deren Geschwindigkeit in einem hohen Grade.

Hierzu kömmt noch die dadurch veranlaßte Ablagerung von Material.

Da wo es daher auf die Erhaltung eines bestehenden Querschnittes und auf den freien Abfluß der Fluthen ankömmt, da sind diese Schilf- und Rohrgewächse sorgfältig aus den Betten auszuräumen; eben so sind die an den Ufern wachsenden Gesträuche und Bäume auszurotten.

Welche Rücksichten indessen in Beziehung auf die Bildung hoher Ufer zur Conzentrirung des Stromes eintreten, das haben wir oben gesehen, und welche in Beziehung auf den Uferschutz in Betracht kommen, das werden wir im §. 5 dieses Abschnitts näher kennen lernen.

Obwohl die Kosten dieser Aus- und Abräumungen, im Verhältnisse zu dessen Nutzen, nur sehr klein sind, so sieht man sie dennoch allenthalben, wo keine Gesetze darauf einwirken, gänzlich vernachläßigt.

§. 4. Bewallung der Ufer — Flußdeichbau.

Da wo die Fluth sich über große Ebenen verbreitete und die Bewohnbarkeit und Cultur derselben erschwerte, da suchte man selbe schon sehr frühe durch Wälle — Deiche — zu schützen.

Digitized by Google

Bei der Anlage dieser Deiche trachtete man dahin, daß mit der kürzesten Linie die Fluthen von der möglichst größten Fläche abgehalten wurden, auch suchte man für ihre Direktion diejenigen Linien auf, welche durch hohe Erdrücken gebildet wurden, und daher Ersparnisse an der Höhe der Deiche möglich machten. Man ermittelte die beste Form für die Querschnitte derselben, das beste technische Verfahren für ihre Anlegung und Erhaltung, so wie die zweckmäßigsten Vorsichtsmaasregeln gegen die ihnen drohenden Gefahren. Die Fluth — sie mochte vom Meere oder von Flüssen herkommen — sahen die Bewohner jeder durch sie bedrohten Niederung als ihren gemeinschaftlichen Feind an, schlossen zu ihrer Vertheidigung gegen denselben Verbindungen — Deichbände — und errichteten die dafür bestimmten Anstalten auf gemeinschaftliche Kosten.

Bei allem diesem hatte man sein Augenmerk nur ausschließlich auf die augenblickliche Abwendung der für die bewohnten Niederungen von den Ueberschwemmungen zu befürchtenden Nachtheile gerichtet, wogegen doch bei dem Flußdeichbau hauptsächlich auf den Zustand der betreffenden Flüsse, als der Grundursache der fraglichen Uebel, hätte gesehen werden sollen; und in diesem Sinne wollen wir hier diesen Gegenstand betrachten, während wir das Detail des Deichbaues übergehen, da es bereits durch viele erfahrungsvolle und ausgezeichnete Männer zu einer großen Vollkommenheit ausgebildet worden ist.

Mit der Eindeichung jedes Flusses wurde die Fläche für die Ablagerung seines Materials eingeschränkt; denn diese Ablagerung konnte nur noch auf der zwischen ihm und dem Deiche befindlichen Fläche — dem Vorlande — statt finden, während sie von der eingedeichten — hinter den Deichen befindlichen — Fläche ausgeschlossen wurde; hierdurch wurde eine Erhöhung des gedachten Vorlandes veranlaßt, und das eingedeichte Land mußte immer tiefer einzusinken scheinen, weil mit der Erhöhung ihrer Ufer auch die Betten der Flüsse immer höher emporstiegen. Es wurde hierdurch die Entwässerung der eingedeichten Ländereien nicht allein immer schwieriger, sondern sobald der gewöhnliche

Digitized by Google

Wasserspiegel des jenseits des Deiches gelegenen Flusses sich über die Oberfläche desselben erhöht hatte, quoll Grundwasser aus der Erde hervor und verwandelte dieselben in Sümpfe.

Während dem wurde die Abhaltung der Fluthen aus dem Grunde immer schwieriger, weil mit der Erhöhung der Betten auch die Deiche erhöht werden mußten.

Zur theilweisen Abwendung dieser Uebel hat man folgende Mittel angewendet.

1. Man legte mit Schützen versehene Oeffnungen in den Deichen an, und ließ an Stellen, welche nicht bewohnt waren, zur Zeit wo keine Feldgewächse dadurch Schaden leiden konnten, Fluthwasser in das eingedeichte Land, um daselbst Ablagerung und einige Erhöhung zu bewirken.

2. Wo das eingedeichte Land gegen die See geöffnet war, legte man Gräben nach dieser Richtung an, und bewirkte dadurch sowohl die Abführung des Regen- als auch jene des hervorquellenden Sumpfwassers.

3. Wo dagegen die Oertlichkeit die Anwendung dieses Mittels nicht erlaubte, da hob man durch Maschinen — Poldermühlen — das Wasser aus der Tiefe und entwässerte auf diese künstliche Weise die eingedeichten Niederungen.

Da diese Mittel theils sehr kostspielig, theils unzureichend sind, so will ich versuchen, hier für den Flußdeichbau diejenigen Grundsätze aufzustellen, welche die bis daher aufgeführten natürlichen Eigenschaften der Gewässer vorschreiben.

Vor allem ist zu untersuchen, ob eine beabsichtigte Eindeichung nicht vermieden werden kann, ohne daß dadurch die Benutzung der betreffenden Fläche bedeutend eingeschränkt wird.

Die abzuhaltende Ueberschwemmung kann nämlich von der mangelhaften Beschaffenheit der diese Fläche durchschneidenden oder der zunächst unterhalb gelegenen Flußstrecke herrühren, und es kann durch die Anwendung der in den beiden vorhergehenden §§. beschriebenen Hülfsmittel dieselbe so sehr vermindert werden, daß der zu entfernende Nachtheil dadurch schon gänzlich verschwindet.

Digitized by Google

Dieser Fall kann in verschiedener Art eintreten,

1. Kann durch einige Verbesserung am Bette das Austreten der Sommerfluth gänzlich verhindert werden, und die in der betreffenden Strecke außerhalb demselben unerläßliche Ablagerung kann blos mittelst der Winterfluth geschehen, welches dann ohne Nachtheil für die überschwemmte Gegend sein würde, wenn sie blos aus Wiesenfläche bestünde.

2. Kann auf dieselbe Weise die Menge des austretenden Wassers so vermindert werden, daß es die tiefer gelegene Nähe des Bettes nicht ferner überschreitet, und die Fläche, von welcher es durch deren Eindeichung abgehalten werden sollte, nicht mehr erreicht.

3. Können Maasregeln getroffen werden, wodurch es vor der Erreichung der betreffenden Niederung sich schon so weit abklärt, daß bei einer regelmäßigen Form seines Bettes in der betreffenden Flußstrecke und dem vorhandenen Gefälle ihm diejenige Geschwindigkeit verschafft werden kann, daß in derselben keine Ablagerung und folglich auch kein Austreten statt zu finden braucht.

In Beziehung auf die Entfernung des Flußmaterials, die nirgends wichtiger ist, als unter den hier bezeichneten Verhältnissen, deuten die verschiedenen Strecken eines jeden sich in das Meer oder in einen großen See ergießenden Flusses auf drei verschiedene Hülfsmittel hin.

In seinem oberen Theile kann vorzugsweise von den im §. 2 beschriebenen Maasregeln zur Zurückhaltung seines Materials in den Gebirgen Gebrauch gemacht werden.

In der Mitte seines Laufes bleibt gewöhnlich nur die Aufsuchung von Ablagerungsflächen in den von ihm durchschnittenen Thälern als einziges Mittel übrig.

In seinem unteren Theile dagegen kann die Ablagerung verhindert und das Material dem Meere oder dem See zugewiesen werden.

Ist diesemnach die betreffende, der Ueberschwemmung ausgesetzte Niederung nahe an den Gebirgen gelegen, so kann das

Digitized by Google

Material durch geeignete Anstalten in denselben zurückgehalten und es dadurch möglich gemacht werden, daß das vorhandene Gefälle in der Flußstrecke, welche die betreffende Niederung durchschneidet, hinreicht, um das in dem Wasser noch befindliche Material bis an das Ende dieser Strecke fortzuführen, und würde auch dem Bette derjenige Querschnitt gegeben und erhalten werden können, welcher zur Aufnahme der ganzen Fluth hinreicht.

Ist dagegen die betreffende Niederung weder nahe an den Gebirgen, noch an dem Meere oder einem See gelegen, in welchen sich der Fluß ergießt, so ist zu erwägen, ob nicht dennoch dem Wasser in der betreffenden Flußstrecke durch die Anwendung aller oben aufgeführten Hülfsmittel, das heißt, durch eine möglichst gerade Direktion und einen dem Halbkreise möglichst ähnlichen Querrschnitt, eine solche Geschwindigkeit gegeben werden kann, wodurch ebenfalls in derselben keine Ablagerung und hiermit kein Austreten statt zu finden braucht. Die Ablagerung würde dann in solchen Theilen des Thales ober- oder unterhalb veranlaßt werden müssen, wo sie weniger schädlich wäre.

Sollte sich jedoch unterhalb keine Thalstrecke vorfinden, in welcher die Ablagerung mit wenigern Nachtheilen verknüpft wäre, dann würde der Aufwand, welcher zu den hier vorgeschlagenen Maasregeln verwendet werden würde, unzweckmäßig sein, und es würden in der betreffenden Niederung selbst solche Ablagerungsplätze aufzusuchen sein, welche die kleinsten Nachtheile brächten, und bei der Unzulänglichkeit der Flußverbesserungen würde einige Eindeichung nothwendig werden.

Wäre dagegen die betreffende Niederung nahe an der Ausmündung des Flusses in einen großen See oder in das Meer gelegen, dann würden alle der Wasserbaukunst zu Gebote stehenden Mittel anzuwenden sein, um das in dem Flußwasser enthaltene Material bis an das Ende der Flußstrecke in den See oder das Meer zu befördern; dies würde unter andern auch dadurch geschehen, daß auf gleiche Weise, wie auf die Erweiterung und Vertiefung der zu engen und zu flachen Stellen des

Digitized by Google

Bettes, auch auf dessen Einengung in den zu breiten Stellen hingewirkt würde; ferner wäre alle Theilung der Wassermasse eben so sorgfältig zu vermeiden, als auf die Vereinigung möglichst vielen Wassers in demselben Bette hinzuwirken wäre. Auch würde es hinreichend sein, wenn die verlangte Geschwindigkeit sich nur zur Zeit der Ebbe einstellte, weil zu dieser Zeit das aufgesammelte Fluthwasser das inmittelst abgelagerte Material wieder herausführen würde.

Da wo durch diese Maasregeln die Deiche entbehrlich gemacht werden können, da werden nicht allein die oben aufgeführten, in ihrem Gefolge befindlichen Nachtheile vermieden, sondern es werden dadurch auch bedeutende Kosten erspart werden; denn gewöhnlich werden diese Maasregeln weit weniger Aufwand verursachen, als die Anlegung von Deichen.

Selbst auch da, wo durch diese Maasregeln die Anlegung von Deichen nicht ganz entbehrlich wird, sind sie — wenn auch nicht immer in derselben Ausdehnung — anzuwenden, weil durch dieselben in den meisten Fällen sowohl an der Länge, als besonders an der Höhe dieser Deiche Ersparnisse gemacht werden können.

Bei der Projektion der Deiche ist allenthalben auf diese Verhältnisse Rücksicht zu nehmen.

Kann in einer Flußstrecke darauf gerechnet werden, daß darin keine Ablagerung erfolgt, und liegt es in der Absicht, den Strom auf die Austiefung oder Reinhaltung des Bettes stark einwirken zu lassen, kann jedoch dasselbe nicht so weit ausgeböhlt werden, daß es die ganze Fluth aufzunehmen vermag, dann lege man die Deiche beiderseitig so nahe an die Ufer, als dies wegen der Schmälerung des Vorlandes, ohne Gefahr für dieselben, geschehen kann; denn dadurch wird die Fluthmasse am meisten in einen konzentrirten Strom vereinigt und diesem dadurch die größte unter diesen Umständen erreichbare Geschwindigkeit verschafft. Daneben aber trachte man dahin, daß dadurch allenthalben ein gleiches Flußprofil entstehe.

Digitized by Google

Kann dagegen in der betreffenden Flußstrecke Materialablagerung nicht vermieden werden, so ziehe man die Deiche so weit zurück, als dies das Interesse der Landwirthschaft erlaubt, sehe aber auch hier — wenn es die Ortsverhältnisse gestatten — auf eine gleiche Entfernung oder parallele Lage der beiderseitigen Deiche, und bringe, wenn es angeht, in denselben mit Schützen versehene Oeffnungen für das Durchlassen der Winterfluth an. In Beziehung auf die Ablagerung außerhalb dem Bette ist es nicht gut, wenn die Deichlinien parallel mit den Ufern des Flusses laufen, da es besser ist, wenn das Fluthwasser genöthigt wird, bald auf der rechten, bald auf der linken Seite des Bettes sich auszubreiten und immer bald wieder in dasselbe zurückzufallen.

Durch das weite Zurückziehen der Deiche und die Oeffnung derselben zum Durchlassen der Winterfluth wird die zu schnelle Erhöhung des Vorlandes und des Bettes verhindert, und durch die abwechselnde Lage der Ablagerungsflächen auf der rechten und auf der linken Seite wird die zu häufige Ablagerung im Bette selbst, und das zu schnelle Emporsteigen des Wasserspiegels über seine Ufer verhindert; doch wird bei der Anwendung der letztern Maasregel vorausgesetzt, daß das Bett den größten Theil der Fluth fasse, weil sonst das öftere Kreuzen der oberflächlich und der im Bette fließenden Wassermasse den regelmäßigen Lauf des Hauptstromes im Bette zu sehr stören würde.

§. 5. Uferschutz — Construktion der Flußbauwerke.

Die meisten Gattungen der Steine widerstehen zwar den Angriffen des Wassers sehr lange, allein nur wenige natürliche Flußufer bestehen aus diesem Materiale, und bei weitem die meisten werden durch die von früheren Ablagerungen herrührenden Erd- und Grandlager gebildet.

So sehr auch die Thonerde den plötzlichen Angriffen des Wassers widersteht, so lösen sich doch bei fortwährender Berührung von auch nur langsam fließendem Wasser beständig dünne Schichten ab und werden vom Strome mit fortgeführt. Im

Digitized by Google

Gegensatze wird zur Fortbewegung des Grandes und Sandes ein mit der Größe und Schwere seiner Theile im Verhältnisse stehende Kraftäußerung — Geschwindigkeit — erfordert, welche aber augenblicklich wirkt.

Nur durch die sie überziehende Vegetation können diese Massen gegen die Angriffe des Wassers geschützt werden, und es bestehen die Theile der Betten, auf welchen wegen der beständigen Wasserbedeckung keine Vegetation aufkömmt, aus solchen Grand- oder Sandlagen, deren Theilchen der Gewalt des fließenden Wassers das Gleichgewicht zu halten im Stande sind; die am niedrigsten Wasserstande anfangende Vegetation macht aber das Dasein von feineren Erdarten von da aufwärts möglich.

Ganz geschlossene Rasenbedeckungen widerstehen zwar dem stärksten Strome, so lange er keine Eisschollen und große Steine mit sich führt; entsteht darin aber nur eine wunde Stelle, dann wühlt sie das Wasser zu einem Kolke aus, und die anschließende Rasennarbe löst sich ebenfalls auf und vergrößert den Einbruch; auch unterwascht ein lebhafter Strom den untern Rand der Rasendecke und löst sie von unten aufwärts auf. Daher genügt eine Rasenbedeckung nur an Bächen; dagegen greifen die Wurzeln des Weidenstrauches in einige Tiefe des Bodens ein, die biegsamen Zweige fangen die Angriffe des Stromes auf und lassen sie nicht bis zur Erdfläche gelangen; die weit vortretenden Weidenzweige schwächen selbst den Angriff auf den zunächst unter ihnen befindlichen Theil des Bettes und verhindern oder schwächen daselbst den Grundabbruch des Ufers; denn nur bei hoher Fluth nimmt der Strom eine den Ufern gefährliche Geschwindigkeit an; ist daher das Bett Fig. 15 bis zum niedrigsten Wasserstande a b mit Busch bestanden, so kann beim Fluthstrome die Stelle a c keinem so heftigen Angriffe unterliegen, als wenn dieser Busch nicht vorhanden wäre, indem derselbe oberhalb a dem Wasser seine Geschwindigkeit raubt, und weil bei der Cohäsion der verschiedenen Wasserschichten dadurch auch die Geschwindigkeit derjenigen, welche das Bett von a bis c berühren, vermindert werden muß.

Digitized by Google

Um diese Wirkung zu vermehren, biegt man, wie hier bei b, die untere Reihe Busch unter das Wasser hinab auf das Ufer und nagelt sie so mittelst angepfählten Würsten fest; die nächste Fluth füllt dann die Zwischenräume der Zweige mit Schlick aus und es steigt ein neuer Weidenausschlag aus denselben empor.

Aus den bis daher kennen gelernten Eigenschaften der Flüsse ist uns bekannt, daß sie nur selten in gerader Richtung fließen und gewöhnlich Schlangenlinien bilden. In geraden Strecken findet zwar gewöhnlich kein starker Angriff auf die Ufer statt, doch geschieht dies zuweilen in Folge der in den Betten entstandenen Unregelmäßigkeiten und macht daselbst einigen Uferschutz nothwendig; außerdem erfordert die Beschleunigung des Wasserflusses, wie wir im §. 3 gesehen haben, die Einengung solcher Flußstrecken zum Behufe der Vermehrung der Tiefe und der Conzentrirung der Stromfäden.

In Krümmungen dagegen erheischt es die Beschützung der an die konkaven Ufer anschließenden Grundstücke und die Erhaltung eines regelmäßigen Wasserlaufs, daß dem im Naturstande immer fortschreitenden Ausgreifen dieser Ufer Einhalt geschehe, und selbst die statt gehabten Ausbiegungen vermindert werden.

Da ferner an den konveren Ufern Abbruch nie vorkömmt, sie im Gegentheile nach Maasgabe des Zurücktretens der konkaven immer mehr vortreten, so ist an diesen Uferschutz nie nöthig; im Gegentheil erscheint jeder Uferbau und jede Anpflanzung an denselben als eine zweckwidrige Begünstigung des daselbst vorkommenden schädlichen Anwachsens. Aus diesen Ursachen wird es oft nothwendig, durch die Vertilgung der auf ihnen entstehenden Vegetation dieses Anwachsen zu verhindern.

A. Strauchweidenpflanzung.

Da Weidenpflanzungen einen nur geringen Aufwand verursachen, welcher selbst sehr reichlich aus deren eigenem Ertrage ersetzt wird, so ist von diesem Mittel beim Uferschutze der möglichst ausgedehnte Gebrauch zu machen. Wenn daher keine der unten näher zu bezeichnenden Ausnahmen statt findet, sind alle

Digitized by Google

konkave Ufer, so wie die beiderseitigen Ufer der zu breiten geraden Flußstrecken der größeren und kleineren Flüsse, mit solchem Strauche zunächst von ihrem niedrigsten Wasserstande aufwärts zu bepflanzen, und der so gebildete Weidenbestand mit der größten Sorgfalt in gutem Stande zu erhalten.

Da hingegen bei Bächen eine gute Rasendecke zur Befestigung ihrer Ufer hinreicht und der Weidenstrauch ihre Fluthprofile zu sehr beengen würde, so findet diese Bepflanzung an denselben keine Anwendung; selbst an kleinen Flüssen, denen es an dem zur Abführung ihrer Fluth nöthigen Querschnitte fehlt, treten bei dieser Bepflanzung folgende Einschränkungen ein.

Zuvörderst sind an denselben nur die abbrüchigen und stark konkaven Ufer vollständig auszupflanzen, und der Busch bis zu einer vierjährigen Stärke heranzuziehen; an andern Stellen, zu deren Befestigung eine Rasendecke nicht genügt, sind zwar ebenfalls Weiden anzupflanzen, dieselben sind aber jährlich abzutreiben — wobei sie zum Korbflechten und Binden der hölzernen Faßreife sehr vortheilhaft benutzt werden können — es müßte denn ein kräftiges Abtreiben der jenseitigen konveren Ufer beabsichtigt werden, in welchem Falle sie ebenfalls zu größerer Stärke herangezogen werden müssen.

Ueberhaupt ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß vierjähriger Strauch durch häufiges Auffangen von Schlick seinen Standort schnell erhöht, daher da, wo keine Erhöhung der Ufer zum Behufe der Verbesserung des Querschnittes des Bettes beabsichtigt wird, der Strauch nie zu diesem Alter gelangen darf; wird dagegen eine solche Erhöhung beabsichtigt, dann ist das Abtreiben des Strauches so zu bewirken, daß immer nur die stärkeren Stämme gehauen, und beständig ein dichter und hoher Busch erhalten wird.

Da nach der obigen Entwickelung durch einen starken Weidenbestand oberhalb dem niedrigsten Wasserstande auch der Grundabbruch unterhalb dem Weidenbusch vermindert wird, so darf nur da, wo dieses leichte, kostenlose Mittel nicht ausreicht, zu kostspieligern Uferbauten geschritten werden.

Digitized by Google

Oft verhindert die steile Lage abbrüchiger Ufer deren Bepflanzung, man schreitet daher gewöhnlich zur Anlegung von kostbaren Bauwerken vor denselben; ist indessen der Angriff des Wassers nicht stark und wird die Abhülfe nicht alsbald verlangt, so kann zuvor noch mit folgendem Mittel ein Versuch gemacht werden, um das zur Anpflanzung nöthige Vorland zu gewinnen.

Man erzieht an der zunächst oberhalb gelegenen Uferstrecke einen hohen, dichten Busch, möglichst nahe am niedrigsten Wasserstande, und lehnt hierauf eine Reihe Senkfaschinen unterhalb diesem Wasserspiegel an das steile Ufer an; der Fluthstrom beugt dann den Busch vor das steile Ufer, beschützt es nicht allein vor dem fernern Angriffe, sondern veranlaßt Ablagerung von Schlick und das Entstehen von einigem Vorlande zunächst unterhalb dem Busche; dieses Vorland ist dann alsbald zu bepflanzen, und so flußabwärts fortzufahren, bis die steile Stelle gesichert ist.

Die in Eytelwein's Faschinenbau beschriebene Nesterpflanzung erreicht zwar ihren Zweck am sichersten, doch führt auch die in Kurhessen mit dem besten Erfolge zu sehr ausgedehnten Anlagen angewendete Methode in den meisten Fällen wohlfeiler zum Ziele; ich will sie daher hier kurz beschreiben.

Zu den Pflänzlingen nimmt man zwei- oder noch besser dreijährige Schößlinge, dieselben werden 2 Fuß lang zugeschnitten und auf einer Seite gespitzt, dann werden mit einem Pflanzeisen, das aus einem 1¼ Fuß langen Vorstecher, welcher mit einem an einer Verlängerung befindlichen Handgriffe und einem rechtwinklich ansitzenden Arme zum Auftreten mit dem Fuße versehen ist, besteht, die Pflanzlöcher in solchen Entfernungen vorgestochen, daß zwei auf einen Quadratfuß kommen; die Pflänzlinge werden dann so eingesteckt, daß sie 3 Zoll auf der Erdfläche vorstehen.

Die Pflanzzeit dauert so lange als die Vegetation stille steht, doch müssen die spät gepflanzten, über welche keine Fluth hinstreicht, eingeschlämmt oder wenigstens angetreten werden.

Digitized by Google

Sie gedeihen zwar in jedem Boden, doch an feuchten Stellen, daher nahe am Wasserspiegel, am besten; dennoch können sie durch eine zu lange Trockenheit im Sommer oder durch lange anhaltenden hohen Wasserstand, wobei ihre Spitzen den Wasserspiegel nicht erreichen*), oder durch den Eisgang im ersten oder auch im zweiten Jahre zu Grunde gehen; es ist alsdann ein beharrliches Nachpflanzen nöthig. Haben sie erst eine gewisse Stärke erreicht, dann widerstehen sie nicht allein diesen Gefahren, sondern sie breiten sich selbst durch Wurzelausschlag und Besaamung immer mehr aus; auch begünstigen die unterhalb befindlichen Anlagen deren Ausdehnung nach dem trockener gelegenen obern Theile der Ufer durch die Feuchtigkeit, welche ihr Schatten hervorbringt.

Bestehen steile Ufer aus loser Erde oder wurde ihre obere Schichte neu aufgefüllt, so ist beim gewöhnlichen Bepflanzen ein zu schnelles Abflößen des Erdbodens zu befürchten, wodurch dann die Pflänzlinge frei zu stehen kommen und verdorren würden.

Es wird daher in diesem Falle die Oberfläche auf folgende Art vor dem Abflößen geschützt. Zur Pflanzzeit wird unter dem niedrigsten Wasserstande ein Gräbchen längs dem Ufer hingezogen, in dieses werden Buschwellen aus frischem Weidenholze eingesetzt und auf das Ufer gelegt, dann werden ihre Bänder aufgehauen, die Reiser über die Uferdachung ausgebreitet und mit Würsten quer übernagelt. Diese sogenannte Rauchwehre beschützt nicht allein die darunter befindliche Erde vor dem Abflößen, sondern es setzt der Fluß auch von seinem Schlick zwischen die Reiser ab, und begünstiget das Ausschlagen und frische Aufwachsen derselben.

---

*) Da wo der Sommerwasserstand durch Schneeschmelzungen auf hohen Gebirgen erhöht wird und der niedrigste Wasserstand erst im Herbst oder Winter eintritt, da kann die Weidenpflanzung nicht bis auf den niedrigsten Wasserstand ausgedehnt werden, sie ist jedoch auch da möglichst weit herabzuführen, und in diesem Sinne ist die allenthalben im Texte enthaltene Vorschrift zu nehmen, wo die Anpflanzung bis auf den niedrigsten Wasserstand verlangt wird.

Digitized by Google

B. Uferbauwerke.

Da die oben beschriebenen Strauchweidenpflanzungen den über dem niedrigsten Wasserstande befindlichen Theil der Ufer auf die wohlfeilste Weise befestigen, so bleibt für die hier zu beschreibenden Uferbauwerke nur die Bestimmung, unterhalb diesem niedrigsten Wasserstande den Angriffen des Stromes Widerstand zu leisten; hierzu bietet die Natur in den Steinen, dem Stammholze und dem Busche drei Arten von Materialien dar, wovon jede ein anderes System von Uferbauwerken begründet, nämlich den Stein-, den Holz- und den Faschinenbau.

a) Der Steinbau.

Die Steinbauten bestehen entweder aus losem Steinwurf, oder aus künstlicher Steinfügung.

Da bei großer Geschwindigkeit der Wasserstrom mäßig große Steine mit fortzuführen im Stande ist, so müssen zu Bauten aus losem Steinwurfe solche Steine ausgewählt werden, welche entweder durch ihre Schwere oder ihre Form der größten Geschwindigkeit des von ihnen berührten Wassers wiederstehen können.

Bei ihrer Schwere kommt nur diejenige in Betracht, um welche ihr spezifisches Gewicht jenes des Wassers übertrifft, und bei der Form wird die möglichste Abweichung von der Kugelform verlangt; außerdem darf sich ihre Masse nicht im Wasser auflösen.

Diese Steine werden bei dieser Bauart in derjenigen Menge an den erforderlichen Stellen in das Wasser versenkt, daß dadurch die beabsichtigte Größe und Form der betreffenden Bauwerke entsteht.

Bei dem Steingefüge bedürfen die einzelnen Steine nicht dieselbe Schwere, wie bei dem Steinwurf, weil sie hierbei auch durch die wechselseitige Verspannung festgehalten werden; die hierzu nöthige regelmäßige Fügung läßt sich indessen in einiger Tiefe unter dem Wasser nicht ausführen, es müßte denn ein periodisches Ablassen des letzteren möglich sein; daher ist auch

Digitized by Google

die Anwendung dieser Bauart weit eingeschränkter, als die der ersteren.

b) Der Holzbau.

Hierbei werden aus Holzstämmen Pfahlreihen gebildet, die entweder dicht an einander anschließen und zusammenhängende Wände darstellen, oder Zwischenräume erhalten, welche entweder mit Brettern, mit Hölzern oder mit Buschwellen horizontal hinterlegt werden, über ihre Köpfe hin werden gewöhnlich Kronschwellen (Holme) aufgezapft. Erheischt es der Zweck des Baues, so werden mehrere solcher Reihen Pfähle neben einander eingeschlagen; sie erhalten eine Dicke, welche ihrer Länge und der Gewalt proportional ist, welcher sie zu widerstehen bestimmt sind.

Da sie bei einer zweckmäßigen Anwendung aus dem Wasser nicht hervorragen dürfen, so sind sie nicht, wie das der Luft blosgestellte Holz, der Fäulniß unterworfen.

c) Der Faschinenbau.

Hierbei wird der Strauch zu 10′ langen, 1′ dicken Wellen gebunden, diese Wellen werden auf den Spiegel des Wassers geworfen und daselbst so dicht an einander angeschlossen, daß sie eine Lage bilden; quer über diese Wellen werden Würste (Buschseile von 6″ Dicke, welche mit Querbändern in Entfernungen von 6—8″ zusammengebunden sind) aufgenagelt, wozu 3—4′ lange, 2—3″ dicke Pfähle angewendet werden.

Auf jede solche Lage wird eine Erdschichte aufgefahren von derjenigen Dicke, wodurch das Ganze beinahe das spezifische Gewicht des Wassers erhält und nahe auf die Höhe des Wasserspiegels einsinkt. Auf diese Weise werden so viele aus Busch und Erde bestehende Lagen abwechselnd auf einander gebracht, bis die untere sich auf das Flußbett fest aufsetzt.

Die obere Lage wird entweder aus frischem Weidenholze gebildet, welches von selbst einen dichten Weidenbusch auf der Krone des Baues erzeugt, oder es wird dieser Busch in der dazu geeigneten Jahreszeit noch besonders darauf gepflanzt. Der unter dem niedrigsten Wasserspiegel befindliche Theil des Baues

Digitized by Google

widersteht der Fäulniß und den Angriffen des Wassers, der über diesem Wasserstande hervorragende Theil aber wird erhalten durch die Lebenskraft des ihn bildenden Strauches.

Werden Steine oder Flußkiesel in solcher Menge in Faschinen eingebunden, daß sie im Wasser untersinken, so werden sie Senkfaschinen genannt, und dieselben entweder vor grundbrüchigen Ufern zur einstweiligen Abwendung der Angriffe des Wassers in geschlossenen Reihen angelehnt, und an ihren oberen, den Wasserspiegel erreichenden Enden mittelst einer Reihe übernagelter Würste befestigt; oder sie werden zwischen die oben beschriebenen Pfahlreihen eingesenkt und so mit dem Holzbaue verbunden.

d) Wahl der Gattung der Uferbauwerke.

Bevor wir über diese Wahl urtheilen können, müssen wir abermals die Höhe, welche den Uferbauwerken in Beziehung auf den niedrigsten Wasserstand der Flüsse zu geben ist, zuvor ins Auge fassen. In denjenigen Flüssen, in denen der niedrigste Wasserstand während dem größten Theil der Periode, in welcher die Weiden wachsen, anhält, kann der Weidenbusch so weit auf den niedrigsten Wasserstand herab erzogen werden, daß er sich unmittelbar an das todte Stamm- oder Buschholz der Uferbauwerke anschließt, welches zu dessen Bewahrung vor der Fäulniß die Luft nie berühren darf.

In diesen Flüssen kann zu den Uferbauwerken eben sowohl Holz und Busch, als Steine angewendet werden, und es kömmt an ihnen bei der betreffenden Wahl nur auf den relativen Preis dieser verschiedenen Materialien und die Kosten ihrer Verarbeitung an; doch kömmt bei schnell strömenden Gebirgsflüssen noch in Betracht, daß bei der Anwendung der Steinbauten die einzelnen Steinstücke eine bedeutende Größe haben müssen, wenn sie der Gewalt des Stromes widerstehen sollen, und daß die groben Flußgeschiebe dieser Flüsse die Faschinenbauten schnell abnagen und zerstören; es bleibt daher bei diesen Flüssen oft nur die kostspieligste der aufgeführten Gattungen — der Holzbau — übrig.

Digitized by Google

In jenen Flüssen dagegen, welche ihre Quellen in den hohen Schneegebirgen haben, und von dem im Sommer stattfindenden Schneeschmelzen bis zum Herbste einen hohen Wasserstand behalten, kann der Busch nicht bis auf den niedrigsten Wasserstand erzogen werden, denn es bleibt zwischen der mit Busch bedeckten Uferhöhe und diesem niedrigsten Wasserstande ein Streifen, über welchen hinaus sich die Höhe der Uferbauwerke erstrecken muß, und in welchem das angewendete Holzwerk der Fäulniß unterworfen ist. Für diese Gattung von Flüssen kann daher nur der Steinbau zweckmäßig erscheinen.

Dieser Bau verdient überhaupt eine ausgedehntere Anwendung, als die Verehrer des Faschinenbaues ihm eingeräumt haben; denn im Allgemeinen ist er wohlfeiler und dauerhafter, als der Faschinenbau, so sinnreich letzterer auch erscheinen mag.

Die Uferbauten haben entweder den Zweck, blos den Angriffen des Wassers an einer leicht verletzbaren Uferstelle zu widerstehen, also das weitere Unterwaschen zu verhindern, oder es soll dadurch zugleich eine Abänderung in der bisherigen Form des Flußbettes erzielt werden. In ersterem Falle kann sich der Uferbau dicht an das Ufer anlehnen und heißt dann eine Vorlage, im zweiten muß er vom Ufer frei hervortreten und wird gewöhnlich eine Buhne genannt. Solche Buhnen werden indessen auch zuweilen zum Behufe der einfachen Uferbefestigung angewendet.

Es sei a b, Fig. 16, ein zu befestigendes Ufer im Grundplane und c d sei der Querschnitt desselben, so erscheint eine Vorlage nach der Linie e f als die wohlfeilste Befestigung; hat dagegen der Querschnitt die Figur g h, so können vielleicht wegen der viel geringeren Wassertiefe vom Ufer abwärts die Buhnen i, k, l, m mit wenigern Kosten ausgeführt werden, indem ihre Masse weniger beträgt, als die einer Vorlage von a bis b.

Beide Gattungen von Bauwerken können sowohl von losen Steinwürfen, als von Holzstämmen und von Faschinen ausgeführt

Digitized by Google

werden, und es hängt die Wahl von den oben entwickelten Verhältnissen ab. Da indessen das grobe Geschiebe der schnell fließenden Gebirgsströme die Faschinen abnagt, auch selbst die Holzstämme nach und nach unter dieser Abnagung leiden, und bei der Anwendung von Holzbuhnen dieses Abnagen nur die wenigen Kopfpfähle trifft: so verdienen solche Buhnen unter den bezeichneten Verhältnissen den Vorzug, wenn nicht etwa eine Uferbekleidung aus Steingefüge dem Zwecke noch besser entsprechen sollte.

Es ist die Frage, ob die Flußuferbuhnen die Lage der Buhne i oder jene der Buhnen k, l und m erhalten müßten.

Man hat zur Vertheidigung der erstern angeführt, daß sie dem Stromstrich die beabsichtigte Richtung geben, und Widerströme vermieden, auch der Schifffahrt längs ihren Köpfen weniger Gefahren darböten, als die senkrechten Buhnen k, l, m oder die aufwärts gerichteten Buhnen n.

Dagegen hat man zur Vertheidigung der letztern angeführt, daß sie denselben Zweck wohlfeiler erreichten, da sie mit einer geringeren Länge eben so weit in den Fluß vorträten; daß beim Ueberfallen das Wasser am Ufer unterhalb keine Kolke auswühle, wie bei den abwärts geneigten Buhnen.

Bedenkt man, daß der Hauptzweck der betreffenden Buhnen darin besteht, in einer gewissen Entfernung vom Ufer dem Strome eine Reihe fester Punkte entgegenzustellen, welche durch ihre Verbindung mit dem Ufer gegen das Hinterströmen gesichert sind; daß dieser Zweck am wohlfeilsten durch die senkrechten Buhnen erreicht wird; daß der Schifffahrt gewöhnlich nur die obere Buhne gefährlich sein kann, und das Auskolken des unterhalb gelegenen Ufers der Erfahrung nach dann nicht eintritt, wenn — wie dies überhaupt am zweckmäßigsten ist — die Höhe der Buhnen den niedrigsten Wasserstand nur wenig übersteigt und immer mit Busch bewachsen ist: so möchte am Anfange jeder Reihe eine etwas abwärts geneigte und dann lauter senkrechte Buhnen anzulegen sein, wie die Buhnen i, k, l und m der Fig. 16.

Digitized by Google

Wird ein Vorrücken eines konkaven Ufers beabsichtiget, so müssen diese Buhnen bis auf diejenige Linie vortreten, zu welcher das Ufer vortreten soll; hiermit ist aber, wie schon oben angeführt wurde, einige Einwirkung auf das Abtreiben des gegenüber liegenden konveren Ufers zu verbinden.

Da die Flußuferbauten diejenigen hydrotechnischen Unternehmungen sind, bei welchen die Erzielung eines ökonomischen Effektes am leichtesten bezweifelt werden kann, ja welche häufig mit ökonomischem Verluste verknüpft sind, so wird es gut sein, sie noch unter diesen Gesichtspunkt zu bringen.

Im Naturstande findet, wie wir im I. Abschnitte gesehen haben, ein beständiges Fortrücken der Flußbette statt; diese Betten erhalten sich allenthalben, besonders in ihren Krümmungen eine verhältnißmäßige Breite; diejenige Fläche, welche sie auf der einen Seite rauben, setzen sie an der andern wieder an, und so geht an der Gesammtfläche nichts verloren; dagegen bringt dieses Fortrücken folgenden Nutzen hervor.

Beim Austreten der Flüsse setzen sie ihr Material am häufigsten in der nächsten Begrenzung ihrer Ufer ab, und das Fluthwasser kömmt bereits abgeklärt in den von den Betten entfernt gelegenen Theilen der Thäler an und bewirkt daselbst eine weit mäßigere Ablagerung.

Diese Erscheinung veranlaßt in einer langen Reihe von Jahren eine merkliche Erhöhung derjenigen Theile der Thäler, welche von den Flüssen durchschnitten werden, über jene Theile, welche den Flüssen ferne liegen.

Es erfordert indessen die vollständige Entwässerung der Thäler, daß sich ihre Bette in der Direktionslinie ihrer tiefsten Senkung befinden.

Dieser naturgemäßen Anforderung wird im Naturstande durch jenes beständige Fortrücken der Betten entsprochen, indem sie vorzugsweise nach derjenigen Seite vorschreiten, wo diese Thäler am tiefsten sind, oder wo ihre Ufer die kleinste Höhe haben.

Digitized by Google

Dagegen werden die Bette, welche im Stande der Civilisation gewöhnlich Grenzen zwischen dem Eigenthume verschiedener Personen bilden, durch die Anwendung von Uferbauten in derjenigen Lage festgehalten, in welcher sie sich zufällig in jenem Augenblicke befanden, und da die ungleiche Erhöhung der Thäler eine Folge davon ist, so muß diese immer zunehmen und Nebenbette oder besondere Entwässerungsgräben für ihre Flächen nothwendig machen, welche in mehrfacher Hinsicht als eine Last und eine Unregelmäßigkeit angesehen werden müssen.

Im Naturstande hängt die Abführung der Fluthen zum Theile von dem augenblicklichen Stande der Krümmungen ab; es können daher Perioden eintreten, wo wegen sehr starker Umwege, welche ein Fluß macht, ehe er durch das Zusammentreffen mehrerer Krümmungen diese Umwege wieder abkürzt, sehr nachtheilige Ueberschwemmungen entstehen.

Betrachtet man daher auch diesen Gegenstand von einem höhern Standpunkte, und nimmt an, daß bei der Ausgleichung des durch die Beweglichkeit der Bette veranlaßten Verlustes und Gewinnstes der Einzelnen an ihrem Grundeigenthume der Gesammteffekt dieser Beweglichkeit nicht nachtheilig sei: so kann aus letzterem Gesichtspunkte das menschliche Einschreiten in den Naturgang dennoch von großem Nutzen sein.

Zählen wir zu diesen Verhältnissen noch den Umstand, daß diejenigen Einwirkungen auf die Flußbette, welche oberhalb dem niedrigsten Wasserstande statt finden, mit nur geringen Kosten verbunden sind, dagegen die unter diesen Wasserstand zu legenden Uferbauten weit kostspieliger sind: so können wir hieraus folgende Resultate ziehen.

1. Da wo ein Fluß in seinem Naturstande keine schädliche Ueberschwemmungen verursacht, da bringt ein mit Kosten verbundenes Einschreiten in die Beweglichkeit seines Bettes keinen ökonomischen Effekt hervor, und es können in diesem Falle nur Weidenpflanzungen, deren Ertrag ihre Anlagekosten decken, vor unserem obersten Prinzip gerechtfertigt werden.

Digitized by Google

2. Haben indessen die Verhältnisse der Civilisation jene natürliche Ausgleichung zwischen dem Verluste und Gewinnste an den beiderseitigen Ufern durch den getrennten Besitzstand gestört, so ist es die Aufgabe der Gesetzgebung, diese Ausgleichung zu vermitteln und einen Aufwand zu vermeiden, der nur in Beziehung auf einzelne Grundstücke einen ökonomischen Effekt haben kann, in Beziehung auf das Ganze aber als reiner Verlust erscheint.

3. Kommen dagegen in einem Thale schädliche Ueberschwemmungen vor, dann erscheint ein mit dem abzuwendenden Schaden im Verhältnisse stehender Aufwand zweckmäßig, und es kann alsdann, neben der bessern Regulirung der Betten zur vollständigern Abführung der Fluthen, auch jener Beweglichkeit durch kostspielige Uferbauten Einhalt gethan werden. Doch sind unter den verschiedenen anwendbaren Mitteln immer diejenigen zu wählen, welche mit Rücksicht auf ihre Dauer die wohlfeilsten sind.

§. 6. Der Rhein.

Um die bis daher aufgestellten Grundsätze durch ihre Anwendung auf einen bestimmten Fall mehr anschaulich zu machen, wollen wir einen der bekanntesten Flüsse Deutschlands unserem Gesichtspunkte unterwerfen.

Von ihren Quellen bis in den Bodensee führen die verschiedenen Arme des Rheins eine Menge von Material aus den Gebirgsschluchten herab; allein alles lagert sich ruhig auf den Grund dieses See's nieder und das Wasser tritt vollkommen abgeklärt aus demselben heraus.

Da indessen die Strecke bis Basel ihren Lauf durch Gebirgsgegenden fortsetzt und daselbst eine Menge Gebirgsgewässer aufnimmt, welche ihr viel Material zuführen, so nimmt er in derselben allmählig die Natur anderer nicht aus Seen hervortretender Flüsse an.

Von Basel bis Bingen durchläuft er ein von Gebirgen ringsum eingeschlossenes, schmales Becken, welches nach aller

Digitized by Google

Wahrscheinlichkeit früher einen See bildete, bis durch die fortwährende Erhöhung mittelst des in ihm abgelagerten Materials, und das fortgesetzte Auflösen und Vertiefen seiner Ausmündung zu Bingen, dessen Boden als festes Land aus dem Wasserspiegel hervorstieg. Bei seinem Eintreten in dieses breite Thal hat er gegenwärtig ein Gefälle von 15¼ Fuß auf die Stunde (wovon 25 auf einen Grad des Meridians gehen), und fließt daselbst beim höchsten Wasserstande mit einer Geschwindigkeit von 14 Fuß in der Sekunde.

Dieses Gefälle und diese Geschwindigkeit nehmen allmählig ab und bei Mannheim hat er ein Gefälle von 1¼ Fuß auf die Stunde, und fließt beim höchsten Wasserstande mit einer Geschwindigkeit von 5 Fuß in einer Sekunde.

Von da bis in die Nähe von Bingen tritt höchst wahrscheinlich ebenfalls einige Verminderung des Gefälles und der Geschwindigkeit ein.

Da nur nach Maasgabe dieser Verminderung der Geschwindigkeit auch das Maximum des vom Wasser fortgeführten Materials abnimmt, so muß in dieser Flußstrecke eine verhältnißmäßige Ablagerung entweder im Bette selbst, oder in dem Ueberschwemmungsgebiete erfolgen.

Nach einer vom Großherzogl. Badischen Ober-Wasser- und Straßenbau-Direktor Tulla im Jahre 1825 herausgegebenen Schrift über die Rektifikation des Rheins von seinem Austritte aus der Schweiz bis zu seinem Eintritte in das Großherzogthum Hessen, beabsichtiget man Badischer Seits, in Gemeinschaft mit der Königl. Französischen und der Königl. Baierischen Regierung, den Rhein von Hüningen bis an die Großherzogl. Hessische Grenze so zu rektifiziren, daß er von seiner gegenwärtigen Länge von 78¼ Stunden auf 55¼ Stunden abgekürzt wird.

Da die bisherigen Ueberschwemmungen an beiden Ufern dieser Flußstrecke für die Anwohner von großem Nachtheile waren, und die Unterhaltung der konkaven Ufer den betreffenden Staaten großen Aufwand verursachten, so wird ohne Zweifel diese

Digitized by Google

Rektifikation, wovon ein Theil unterdessen bereits ausgeführt worden ist, für die betreffende Gegend mit einem großen ökonomischen Effekte verbunden sein. Wenn jedoch Tulla nach Seite 12 seiner angeführten Schrift glaubt, daß der höchste Wasserstand des Rheins, längs der französischen Grenze, von Großkems bis Lauterburg, an keiner Stelle bedeutend über den jetzigen niedrigsten Wasserstand steigen, in der Gegend von Kehl aber vielleicht 8 bis 10 Fuß unter demselben bleiben werde, so hat er hierbei auf jene nothwendige Ablagerung und die von ihr unzertrennliche Austretung des Fluthwassers keine Rücksicht genommen.

Dieser Erfolg wird noch unwahrscheinlicher, wenn man noch die Erdmassen in Erwägung zieht, die aus den vielen Durchstichen und der zu jener Senkung des Wasserspiegels erforderlichen Austiefung des Bettes ausgeflößt werden müssen; denn da der höchste Wasserstand sich im Durchschnitte 17 Fuß über den niedrigsten erhebt, und das Bett bei Kehl noch um 8 bis 10 Fuß mehr als dieser Unterschied gesenkt werden soll, so ergibt sich hieraus ebenfalls eine bedeutende Erdmasse, welche in Verbindung mit dem am Anfange der betreffenden Strecke in den Fluß eintretenden und dem durch Nebenflüsse ihm zugeführten Materiale, bei der starken Abnahme der Geschwindigkeit des Gewässers, von demselben nicht wohl an das untere Ende derselben geführt werden kann.

Wenn indessen auch jene Senkung nicht in dem bemerkten Maase eintritt, und in der betreffenden Flußstrecke durch die projektirte Rektifikation nicht alle Ueberschwemmung verhindert werden kann: so wird sie doch so sehr vermindert werden, daß eine starke Vermehrung der Fluth dadurch in den unterhalb gelegenen Flußstrecken eintreten wird, daß von der großen Menge des bei Hochwässern in die Flächen neben dem Bette abgesetzten Wassers in der Folge der größere Theil mit der Fluth fortströmen und daher mit dieser gleichzeitig in den untern Flußstrecken eintreffen wird.

Hierzu kömmt noch folgender Umstand. Da das Aufthauen

Digitized by Google

des Schnees und die allgemeinen Regen weit gleichzeitiger eintreten, als das Zusammenströmen des Wassers aus verschiedenen Entfernungen erfolgt: so veranlaßte dies im Flußgebiete des Rheins einige Vertheilung der Fluthmassen in den Flußbetten, und so erscheint in der Ausmündung des Neckars und jener der weiter abwärts gelegenen Nebenflüsse die höchste Fluth gegenwärtig früher, als sie im Hauptflusse an diesen Ausmündungen anlangt.

Wird aber die Rektifikation ausgeführt und dadurch die Bahn der Fluthmasse im Hauptstrome um 23 Stunden abgekürzt und zugleich deren Geschwindigkeit vergrößert, so kömmt sie mit jenen der Nebenflüsse gleichzeitiger — vielleicht in demselben Augenblicke — an deren Ausmündungen an, und aus diesen Ursachen glaubt Freiherr van der Wyk in seiner Schrift: der Mittelrhein und Mannheim in hydrotechnischer Hinsicht. Mannheim 1825. — daß die Fluth unterhalb Mannheim um 8 Fuß über ihre frühere Höhe steigen werde, und der Großherzogl. Darmstädtische Ober-Baudirektor Krönke sagt in seiner Schrift: über die Durchgrabung der Erdzunge am Geyer. Darmstadt 1826: „Ich besorge, daß wie bei der „Ausführung der für den Oberrhein projektirten Rektifikationen „in dem größten Theile unserer Rheinniederung die Feldwirthschaft gänzlich abzuändern, und dafür größtentheils Wiesen und „Weidewirthschaft einzuführen genöthigt sein würden. Es steht „sonach einem sehr bedeutenden und im Ganzen wohl dem fruchtbarsten Theile des Großherzogthums eine Katastrophe bevor, „die zu den ernstesten Betrachtungen und zu Ueberlegungen Veranlassung geben muß, wie dieselbe abzuwenden sein möchte.

„In jedem Falle ist so viel klar, daß wir bei unsern Rheinbauanstalten, wenn sie zweckmäßig getroffen werden sollen, nothwendig die anhaltendste und sorgfältigste Rücksicht auf die Behandlung des Oberrheins zu nehmen haben."

Da die bisher am Oberrhein statt gehabten Austretungen des Fluthwassers nicht in dem Maaße abgewendet werden können, auch die Austiefung des Bettes nicht in dem Grade statt finden

Digitized by Google

wird, wie dies Tulla angekündigt hat: so würden zwar, nach meiner Ansicht, auch selbst bei der vollständigen Ausführung jener projektirten Rektifikationen, jene Nachtheile nicht in dem hier befürchteten Maaße eintreten; dennoch gibt dies Projekt Anlaß zur Erforschung aller wahrscheinlichen Folgen, welche dessen Ausführung für den Mittel- und Niederrhein herbeiführen würde, und zur Aufsuchung der Mittel, durch welche die von ihm zu befürchtenden Uebel, wenigstens theilweise, beseitiget werden können.

Von der Badischen Grenze bis in die Nähe von Bingen fließt schon gegenwärtig der Rhein etwas langsamer, als oberhalb; ferner würde durch die betreffende Rektifikation die Geschwindigkeit oberhalb noch vermehrt und dadurch der Unterschied zwischen den beiden betreffenden Geschwindigkeiten noch vergrößert werden; dies würde die Ablagerung in dieser untern Strecke noch vermehren. Diese vermehrte Ablagerung würde um so weniger zu vermeiden sein, als ein Theil von den Durchstichen und Austiefungen des oberhalb gelegenen Bettes herrühren, daher aus groben Massen bestehen würde, welche sich von der Fluth nicht würden aus dem Bette herauswerfen lassen. Diese Versandung des Bettes würde gleichzeitig mit der oben erwähnten Vermehrung der Fluthmassen eintreten, und es wird daher nöthig, auf die Beschleunigung der Geschwindigkeit in dieser Flußstrecke hinzuwirken,

a) um die zu befürchtende stärkere Ablagerung im Bette selbst zu verhindern,

b) um einige Austiefung des Bettes zur Aufnahme und Abführung einer größern Fluthmasse dadurch hervorzubringen.

Auch macht ohnedies die oberhalb Mainz gelegene Thalfläche, welche durch Deiche gegen Ueberschwemmungen geschützt werden muß, eine schnellere Abführung der Fluthen und die Senkung des Wasserspiegels in dieser Flußstrecke sehr wünschenswerth.

Die Mittel, welche sich hierzu darbieten, sind folgende:

1. Die — unterdessen bereits ausgeführte — Durchstechung der Flußkrümme am Geyer.

Digitized by Google

2. Die weitere Rektifikation dieser Flußstrecke durch die Hinwegtreibung aller Inseln, die Erweiterung der Flußengen und die Austiefung des Bettes.

3. Die Aussprengung der Felsenbank bei Bingen*).

Von Bingen bis in die Nähe von Bonn fließt der Rhein mit stärkerem Gefälle zwischen Felsenufern; eine Ablagerung von Material ist daher in dieser Strecke zwar nicht zu befürchten, wohl aber die Nachtheile eines höheren Anschwellens, besonders für die nahe an den bisherigen höchsten Wasserstand erbauten Städte und Dörfer.

Die Abhülfe dieses Uebels kann bei den hier vorkommenden besondern Verhältnissen nicht auf die gewöhnliche Art geschehen, wobei man die Gewalt des Stromes selbst zur Austiefung seines Bettes benutzt, und es kann nur durch die unmittelbare Anwendung von Menschenhänden zur Aussprengung der den Strom theilenden, ihn beengenden und seine gerade Direktion störenden Felsenmassen geschehen.

Von dieser Gebirgsstrecke fließet der Strom mit immer abnehmendem Gefälle bis zu seiner Ausmündung in das Meer.

Die oben entwickelten Veränderungen werden hier veranlassen:

a) eine größere Fluthmasse, b) eine größere Menge von Material, welche diese größere Fluthmasse bis in diese Flußstrecke herabbringen und in ihr ablagern wird. Beides macht auch hier Maasregeln zur Beschleunigung des Wasserlaufs nothwendig.

Hierzu kommt für die untere Strecke noch der Nothstand, in welchem sich die von den Rheinarmen berührten Theile von Holland befinden, und eine Hauptrektifikation dieser Flußstrecke ohnedies immer dringender machen.

---

*) Diese Aussprengung würde auch für die Schifffahrt von großem Nutzen sein, und wird auch — Zeitungsnachrichten zufolge — von der Königl. Preußischen Regierung beabsichtiget.

Digitized by Google

Dadurch, daß durch die enge Eindeichung die Ablagerungen des Rheinwassers auf das Bett dieses Flusses und das schmale Vorland eingeschränkt waren, mußte sich dieses Bett und jenes Vorland fortwährend erhöhen, und ein relatives Sinken der eingedeichten Niederungen veranlassen; dies machte eine oft wiederholte Erhöhung der Rheindeiche nothwendig und veranlaßte eine sehr nachtheilige Vermehrung des Quellwassers hinter diesen Deichen, ja selbst die Erhöhung der Deiche wird immer schwieriger, weil der durchnäßte Boden sie nicht mehr tragen will.

Diese Flußstrecke — von Bonn abwärts — ist zu lang, als daß das gesammte Material, welches die Fluth des Hauptstromes und der Nebenflüsse ihr zugeführt, auch bei der vollständigsten Regulirung des Bettes, bis in das Meer könnte fortgeführt werden; dies ist höchstens in dem holländischen Theile möglich; hier ist es nach den oben entwickelten Verhältnissen von der größten Wichtigkeit, alle Ablagerung gänzlich zu vermeiden.

Aus dieser Ursache würde es im Interesse dieses Landes liegen, daß in dem oberen Theile der betreffenden Flußstrecke ein starkes Austreten der Fluth erfolgte, wodurch eine möglichst vollständige Abklärung derselben vor ihrem Eintritte in die oben geschilderten holländischen Niederungen statt fände.

Die in dem oberen — Königlich Preußischen — Theile zu ergreifenden Maasregeln werden übrigens zu bestimmen sein durch den Nachtheil, den das bevorstehende höhere Anschwellen der Fluth für die dasigen Uferlande befürchten läßt, wobei aber in jedem Falle der Fluth einiges Austreten zum Behufe der durch die Natur der Verhältnisse gebotenen Ablagerung außerhalb dem Bette gestattet werden muß.

In Holland würden dann, zur möglichst vollständigen Durchführung alles Materials bis in das Meer, folgende Maasregeln zu ergreifen sein.

1. Müßte möglichst viel Wasser in demselben Bette vereinigt werden; hierzu müßte die bisher bestandene Theilung des

Rheins aufgehoben und die Vereinigung mit der Maas möglichst weit oben regelmäßig hergestellt werden.

2. Müßte dieser vereinigte Strom in der möglichst kurzen Linie dem Meere zugeführt werden, und dies wo möglich an einer Stelle, wo die Ebbe und Fluth stark ist, da das mit dem Eintritte der Ebbe verbundene plötzliche Fallen das Austiefen des Bettes begünstigen würde.

3. Müßte durch alle von der Kunst dargebotenen Mittel dahin gewirkt werden, daß sich diese Wassermasse ein solches Bett aushöhlte, welches in seiner Mitte möglichst viele Tiefe, eine möglichst regelmäßige parallele Begrenzung und eine möglich gerade Direktion erhielte.

Hierdurch würde wenigstens die weitere Erhöhung des Bettes möglichst vermieden, ja selbst einige Austiefung desselben bewirkt, und somit dem betreffenden Nothstande auf die möglichst wirksame Weise abgeholfen werden.

Es versteht sich von selbst, daß zur Vermeidung der augenblicklichen zu starken Erhöhung des Wasserspiegels des vereinigten Hauptstromes die Vereinigung des gesammten Fluthwassers nur nach und nach und in Verbindung mit den unter Nr. 3 genannten Arbeiten geschehen müßte.

Dagegen haben die holländischen Hydrotekten ihr Augenmerk mehr auf die augenblickliche, möglichst unschädliche Abführung des Fluthwassers gerichtet; ohne Rücksicht auf die durch die Schwächung des Stromes veranlaßt werdende Versandung seines Bettes, haben sie blos auf die Verhütung des zu hohen Aufschwellens der Fluth durch die Vertheilung des Gewässers hingewirkt. Indem sie aber dadurch augenblickliche Nachtheile abwendeten, bereiteten sie dauernde und größere für die Folgezeit.

Andererseits nahm man bei den bisher ergriffenen Maasregeln und gemachten Vorschlägen auf die Schifffahrt viele Rücksicht, während die oben entwickelten wesentlichen Verhältnisse vor allem und ausschließlich hätten ins Auge gefaßt, und die Schifffahrt, mit dem sie betreffenden besondern Interesse der einzelnen Handelsplätze, hätte als ein untergeordneter Gegenstand angesehen

Digitized by Google

werden müssen, welcher sich ganz den Einrichtungen zu fügen hat, die die Entwässerung des Landes erfordern; dies konnte um so mehr geschehen, als durch Schifffahrtskanäle und Kammerschleußen alle diesen Gegenstand betreffende Bedürfnisse befriedigt werden können.

Sechster Abschnitt.

Entwässerung der Sumpfflächen.

§. 1. Einleitung.

Wie sehr Sümpfe der Gesundheit ihrer Anwohner schädlich sind, ist in älterer und neuerer Zeit vielfältig erkannt und nachgewiesen worden. Nach den darüber angestellten Beobachtungen ist es die Ausdünstung des vom Wasser entblößten oder nur ganz wenig damit bedeckten Sumpfschlammes, welcher jene Nachtheile hervorbringt. Diese Ausdünstung ist desto stärker, je höher die Temperatur ist, welche auf ihn einwirkt, daher auch stärker in wärmeren Climaten und Jahreszeiten, als in kälteren.

Während des Winters der gemäßigten und kalten Zonen sind, wegen seiner geringen Ausdünstung, keine schädliche Einwirkungen verspürt worden, so wie wegen der hohen Wasserbedeckung im Frühjahre, und in der heißen Zone während der Regenzeit, diese Einwirkung am kleinsten ist.

Während die Wärme im Abnehmen ist, daher die Luft ihre Anziehung zum Wasserdunste verliert, bleiben die Sumpfdünste in der Nähe der Erdfläche zurück, daher erfolgen ihre schädlichen Einwirkungen in den Niederungen immer Abends, zur Nachtzeit und am frühen Morgen; dagegen steigen sie bei zunehmender Wärme in die Höhe und verpesten jene Anhöhen, zu welchen die herschenden Winde ihre Richtung nehmen.

Diese Verbreitung der Sumpfluft wird nur durch dichte Wälder verhindert.

Digitized by Google

Die schädliche Einwirkung der Sumpfluft äußert sich an den Bewohnern ihrer Umgegend durch einen schwächlichen Körperbau, düstere Stimmung und eine kurze Lebensdauer; die von ihr verursachten eigenthümlichen Krankheiten sind die Wechselfieber, welche wieder viele andere Krankheiten mittelbar veranlassen.

Die Bewohner der Sumpfgegenden werden zwar nur selten und dann nur von ihnen befallen, wenn die Intensität der Dünste stärker als gewöhnlich ist, oder wenn sie selbst durch einen ungewöhnlichen Körperzustand mehr als sonst empfänglich dafür sind; dagegen sind Fremde und besonders Gebirgsbewohner, wenn sie solche Gegenden besuchen, weit mehr diesen Krankheiten unterworfen.

Selbst auf Thiere äußert die Sumpfausdünstung ihre schädliche Einwirkung; das Rindvieh ist in ihrer Nähe unansehnlich und klein, schöne große Racen arten schnell aus und oft entstehen Seuchen unter demselben.

Auch auf das Clima scheinen die Sümpfe Einfluß zu haben; denn angestellten Beobachtungen gemäß war die Temperatur auf den eines Pflanzenteppichs beraubten Flächen um 6° des hunderttheiligen Thermometers höher, als auf jenen, welche damit bekleidet waren; das Queckſilber fiel in den Wiesengründen, den Getreidefeldern und in der Nähe der Waldungen, und stieg um 2° auf den abgeärndeten Feldern. Der mittlere Stand der Temperatur beträgt unter sonst gleichen Umständen in Europa 2,40° weniger in Gegenden, wo noch viele Wälder bestehen, als in solchen, wo dieselben größtentheils ausgerottet sind. Auf ähnliche Art erniedrigen Wasserflächen die Temperatur, und zwar folgendergestalt:

Mit der steigenden Wärme vermehrt sich auf ihnen die Verdunstung und hiermit wird ein Theil des Wärmestoffes gebunden; auch findet von Wasserflächen nicht dieselbe Zurückstrahlung der Wärme statt, wie von Landflächen, welche von Gewächsen entblöst sind; es tritt daher bei Wasserflächen dieselbe Erscheinung, wie bei den mit Vegetation und besonders mit Wäldern bekleideten Landflächen, sowohl wegen der Consumtion

Digitized by Google

des Wärmestoffes durch die Verdunstung, als auch wegen des verhinderten Zurückstrahlens der Wärme ein.

Die Meeresflächen näheren zwar die Extreme der Temperatur dergestalt, daß sie sowohl die große Kälte, als auch die große Hitze mildern; denn mit der steigenden Sommer- und Mittagswärme erhebt sich die Temperatur der von den Sonnenstrahlen getroffenen Erdflächen, diese Wärme wird durch die geringe Leitungsfähigkeit der Erdmassen verhindert, in einige Tiefe einzudringen; indem sie sich auf diese Weise nicht in eine große Körpermasse vertheilen kann, so steigt sie in der dünnen Schichte, in welcher sie eingeschlossen ist, immer höher und wirkt zurück auf die sie bestreichenden Luftschichten, welche, von ihr erhitzt, die heißen Landwinde erzeugen.

Dagegen hat das Meerwasser eine große Tiefe, in welcher sich alle Theilchen fortwährend in Beziehung auf ihre Temperatur ins Gleichgewicht zu setzen streben.

Mit der Erwärmung der Oberfläche erfolgt daher eine Erwärmung der ganzen Wassermasse bis in ihre größten Tiefen; hierbei wird die dieser Oberfläche mitgetheilte Wärme unter so viele Wassertheile vertheilt, daß sie auf derselben nur sehr langsam zunehmen kann, daher immer hinter der Wärme der darüber hinstreichenden heißen Luft zurückbleibt, diese abkühlt und so im Sommer die kühlen Seewinde hervorbringt.

Auf dieselbe Weise erfolgt die Erkältung der Meeresfläche weit langsamer, als jene der Erdfläche; denn die niedrige Temperatur des Winters beschränkt sich auf der Erdfläche ebenfalls nur auf eine dünne Schichte, wogegen bei der Abkühlung der Oberfläche des Meeres die wärmeren Wassertheilchen aus der Tiefe diese Abkühlung mäßigen, und somit diese Oberfläche bei strenger Kälte in höherer Temperatur erhalten, als jene ist, die die über sie hinstreichende Luft besitzt, welche dann, davon erwärmt, die milden Seewinde bildet.

Dagegen können Sumpfflächen, bei der geringen Tiefe des sie bedeckenden Wassers, diese Annäherung der Extreme der Temperatur nicht hervorbringen; sie können nämlich nur die

Digitized by Google

Temperatur tiefer halten durch das Binden der Wärme mittelst der Verdunstung und durch die Verhinderung des Zurückstrahlens derselben.

Es erfolgt daher durch sie zu allen Zeiten und bis zum Entstehen einer Eisdecke auf ihrer Oberfläche eine Abkühlung der Luft, also eine beständige Erniedrigung der Temperatur, welche derjenigen ähnlich ist, die nach den obigen Beobachtungen die Wälder hervorbringen.

Bilden dies die allgemeinen und höheren Veranlassungen zur Entfernung der Sümpfe, so erscheinen die besonderen und gemeinen in staatswirthschaftlicher Hinsicht nicht minder wichtig.

Gewöhnlich haben die Sümpfe einen für die Landwirthschaft äußerst fruchtbaren Boden, welcher gewöhnlich von derselben nur darum nicht besser benutzt wurde, weil ihre Entwässerung allgemeine und große Anstalten erheischte, zu denen sich entweder mehrere Privaten oder ganze Gemeinden vereinigen mußten, und wozu die Anordnung oft nur von einem erfahrnen Hydrotekten getroffen werden konnte.

Die Entwässerung dieser Sümpfe muß daher eine bedeutende Vermehrung der landwirthschaftlichen Produkte, des Nationalreichthums und der Bevölkerung zur Folge haben.

Theilen wir nunmehr die Sümpfe in Klassen, so finden wir

1) solche, die fortwährend mit einem Wasserspiegel bedeckt sind;
2) solche, die so häufig damit bedeckt sind, daß keine Grasnarbe sich auf ihnen bilden kann;
3) solche, die so selten oder in so geringem Maase mit Wasser bedeckt sind, daß sich zwar eine Rasennarbe auf ihnen bildet, welche aber wegen zu großer Näße aus lauter Riedgräsern besteht.

In Beziehung auf schädliche Ausdünstungen kommen hauptsächlich nur die Sümpfe der zweiten Klasse in Betracht; in Beziehung auf die Erniedrigung der Temperatur wirken alle drei

Digitized by Google

gleich stark, und in Beziehung auf die Benutzung für die Landwirthschaft erscheinen die beiden ersten Klassen gänzlich und die dritte nur zum Theile verloren.

§. 2. Entwässerung durch bessere Benutzung des natürlichen Gefälles.

Bei jeder beabsichtigten Entwässerung ist zu wissen nöthig, von welcher Ursache die Versumpfung herrührt. Sind bereits Gräben vorhanden, durch welche ein theilweises Abfließen des Wassers erfolgt, so kann man diese Ursache oft ohne alle weitläufige Untersuchungen dadurch entdecken, daß man längs diesen Gräben in ihrer ganzen Länge hingeht und beobachtet, ob und mit welchem Gefälle das Wasser in ihnen fließt.

Bildet das Wasser in diesen Gräben, vom Wasserspiegel oder der Oberfläche des Sumpfes bis zu ihrer Ausmündung in einen Fluß, See oder das Meer, einen ruhigen Wasserspiegel, der mit dem Wasserspiegel des gedachten Flusses, See's oder Meeres steigt und fällt, so ist es klar, daß dem Uebel nicht durch die bloße Vertiefung oder Erweiterung des Abzuggrabens abgeholfen werden kann.

Kann in diesem Falle der Wasserspiegel des Flusses durch die im V. Abschnitte beschriebenen Mittel gesenkt werden, so liegt hierin die geeignete Maasregel der betreffenden Entwässerung; erfolgt die Ausmündung in einen See, dessen Wasserspiegel durch die Vertiefung des aus ihm heraustretenden Flusses gesenkt werden kann, so ist hier ebenfalls auf die Senkung des Wasserspiegels in dem betreffenden Flusse hinzuwirken.

Kann aber diese Senkung ohne übermäßigen Aufwand nicht geschehen, oder ist es das Meer, in welches die betreffenden Entwässerungsgräben ausmünden, so entsteht weiter die Frage, ob der fragliche Wasserspiegel nicht in seiner Höhe bedeutend wechselt, und ob in diesem Falle nicht das Zurücktreten der hohen Wasserstände in die Sumpffläche die Ursache der Versumpfung ist? Im Bejahungsfalle kann die Entwässerung durch

Digitized by Google

das Abschließen dieser Fläche von dem wechselnden Wasserspiegel und das Einsetzen von ventilartigen Schützen bewirkt werden, welche Schützen sich beim niedrigeren Stande des Außenwassers dem Abfließen des Sumpfwassers öffnen, dagegen aber vom höheren Außenwasser verschlossen werden. Ist auch dieses Mittel nicht hinreichend, dann kann die Entwässerung nicht anders, als durch Wasserhebmaschinen bewirkt werden, wie dies in Holland durch Windmühlen und Dampfmaschinen geschieht.

Ist dagegen in den Abzugsgräben einiges Gefälle bemerkbar oder läßt sich dasselbe durch ein Nivellement nachweisen, so gibt dies schon die Hoffnung, daß durch die bloße Vertiefung und Erweiterung der Gräben die Entwässerung bewirkt werden kann; denn im äußersten Falle kann die Senkung des Wasserspiegels in den Entwässerungsgräben um einen Fuß unter die Sumpffläche genügen, um eine gute Wiese herzustellen und die schädlichen Dünste zu entfernen.

Ist es daher erwiesen, daß ein Gefälle, welches von der Oberfläche des Sumpfes mehr als einen Fuß beträgt, vorhanden ist, so ist kein Zweifel, daß die Entwässerung durch die Vertiefung und Erweiterung der Entwässerungsgräben bewirkt werden kann; doch müssen wir hier etwas weiter zurückgehen.

Im I. Abschnitte haben wir gesehen, wie die Menge des in jeder Sekunde durch einen Kanal abfließerden Wassers abhängt

1) von der Quadratfläche des Profiles,
2) vom Gefälle,
3) von der Seltenheit der Berührungspunkte zwischen dem Wasser und seinem Bette.

Da eine kleine Wassermenge leichter abzuführen ist, als eine größere, so ist das erste Augenmerk zu richten auf die möglichste Verminderung der durch die eigentlichen Entwässerungsgräben abzuführende Wassermenge.

Dies kann und muß häufig dadurch geschehen, daß das aus der höher gelegenen Umgebung dem Sumpfe zufließende Wasser wo möglich höher und in besonderen Betten aufgefangen, und

Digitized by Google

neben dem Sumpfe, auch nöthigenfalls zwischen erhöhten Ufern durch denselben hingeleitet werde*).

Ist dies geschehen, so bleibt nur noch das im Sumpfe selbst befindliche und demselben durch Regen oder Grundquellen zugehende Wasser mittelst Entwässerungsgräben abzuführen übrig.

Nehmen wir zu diesem Zwecke an, daß dem Querschnitte der Gräben diejenige Form gegeben werde, die wir im vorigen Abschnitte als die vortheilhafteste kennen gelernt haben, so kann nur noch durch die Vergrößerung seiner Dimensionen auf die Vermehrung der abfließenden Wassermasse, bei einem gegebenen, sehr geringen Gefälle, hingewirkt werden. Es ist demnach der Querschnitt um so größer zu machen, als das Gefälle im Verhältnisse zu der abzuführenden Wassermasse klein ist.

Wird der Sumpf auf die oben erwähnte Art durch das Bett des Außenwassers durchschnitten, so wird er dadurch in zwei Theile getrennt, von welchen jeder einen besondern Haupt-Entwässerungsgraben erhalten muß.

§. 3. Entwässerung von Sümpfen, welche von höhern Erdrücken eingeschlossen sind.

Ist eine Sumpffläche von höheren Erdrücken eingeschlossen, während seine Grundfläche höher liegt, als der Wasserspiegel eines nahen Baches, Flusses, See's ꝛc., so kann ihre Entwässerung auf viererlei Art geschehen:

1) durch das Abbohren,
2) durch die Durchstechung des Erdrückens und die Herstellung eines offenen Entwässerungsgraben,
3) durch die Herstellung eines unterirdischen Entwässerungsgraben,
4) durch Wasserhebmaschinen.

Im I. Abschnitte haben wir gesehen, wie der unzersetzte

*) Diese höhere Ableitung des Außenwassers gibt auch Gelegenheit zur späteren Bewässerung der zu bildenden Wiesenflächen, und verhindert die Verschlämmung der Bewässerungsgräben.

Digitized by Google

Theil des Erdkörpers aus Felsenmassen besteht, welche durch parallele, mehr oder weniger horizontal aufliegende, getrennte Lager, und durch diese Lager mehr oder weniger winkelrecht durchschneidende Spalten oder Gänge zerklüftet sind; daß sich ferner auf diesen Felsenmassen das Produkt der Zersetzung anderer Felsenmassen aufgelagert findet, welches hauptsächlich aus Thon- und Sandlagern, dann aus Lagern von Kalktrümmern und verschiedenartigen Mengungen dieser Erdarten besteht.

Von diesen verschiedenen Lagern sind nur die Thonlager und jene Mengungen vom Wasser undurchdringlich, in welchen der Thon vorherrscht; wird daher das Wasser eines Sumpfes in der Nähe von tiefer gelegener Erdfläche gespannt erhalten, so ist zu vermuthen, daß sich zwischen ihm und jener tiefern Fläche eine solche undurchdringliche Schichte befindet, welche das Durchdringen desselben verhindert.

Die betreffende Entwässerung muß daher auch dadurch geschehen können, daß man diese wasserdichte Schichte mittelst eines Schachtes oder eines Bohrloches durchbricht, und so für das Sumpfwasser einen Ausweg nach der tieferen Erdfläche herstellt.

Vor der Anwendung dieses Mittels sind jedoch einige Beobachtungen nöthig.

In den Flötzgebirgen sind die Lager ziemlich horizontal geordnet, diese Lager wurden aber häufig später durch die Einwirkung des strömenden Wassers ausgefüllt und durch enge Thäler oder Flußbetten durchschnitten. Liegt der betreffende Sumpf in der Nähe eines solchen Thales, so kann man an der Berglehne desselben die verschiedenen Lager nach ihren Mineralmassen, ihrer Folge und ihrer Mächtigkeit wahrnehmen, und hieraus schließen, in wiefern und an welcher Stelle die Versenkung des Sumpfwassers ausführbar ist.

Sind übrigens auch keine sache Notizen vorhanden, welche auf das Gelingen des Unternehmens mit einiger Sicherheit schließen lassen, so kann die Probe — bei den geringen Kosten, die sie verursacht — dennoch genacht werden, bevor man zu kostspieligern Maasregeln seine Zuflucht nimmt.

Digitized by Google

Es ist einleuchtend, daß dieses Mittel nur da Anwendung findet, wo die abzuführende Wassermenge nicht groß ist; auch ist hier das höher herabkommende Wasser wo möglich vom Sumpfwasser zu trennen. Die Weite der Bohr- oder Schachtlöcher muß sich nach der Größe der abzuführenden Wassermasse richten, so wie nach der Geschwindigkeit, mit welcher es in die Tiefe eindringt; diese Geschwindigkeit hängt ab von der Beschaffenheit des Lagers oder der Kluft, in welche sich das Wasser versenkt. Ist es eine leere Kluft (Gang), oder ein Lager aus grobem Grande, dann wird das Versenken schnell vor sich gehen; ist es dagegen nur eine enge oder mit Steintrümmern ausgefüllte Felsenspalte, oder ein Lager aus feinem oder mit Thon gemengtem Sande, dann wird jene Versenkung langsam erfolgen.

Bei der Anwendung dieses Mittels ist noch weiter zu bemerken, daß trübes Fluthwasser die Poren der Erdschichte, durch welche die Entwässerung erfolgt, nach und nach ausfüllen und daher dem Wasser den Durchgang verstopfen würde. Es ist daher dieses Fluthwasser, wenn es nicht auf die oben angeführte Weise durch besondere Gräben abgeführt werden kann, in Bassins aufzufangen und darin abzuklären, bevor es in die Versenkungen eintritt.

Findet dieses Mittel keine Anwendung, weil entweder das wasserhaltige Lager zu mächtig ist, oder weil die Neigung bis zur tieferen Erdfläche unzureichend ist, oder weil die nicht wasserhaltigen Lager oder Gänge das Wasser nicht schnell genug durchlassen: so ist das zweite oder dritte der oben aufgeführten Mittel anzuwenden.

Ist der Rücken, welcher zwischen dem Sumpfe und der tieferen Erdfläche gelegen ist, flach, das heißt, übersteigt er nirgends die Höhe von 8 Fuß, so ist die Durchstechung eines offenen Grabens vortheilhafter, als die eines unterirdischen, so fern beide gleiche Längen erhalten müßten.

Bei der Anwendung eines offenen Grabens ist die Direktion aufzusuchen, in welcher er rücksichtlich seiner Tiefe und Länge am wohlfeilsten ausgeführt werden kann. Beträgt die Höhe des

Digitized by Google

zu durchschneidenden Rückens 8 bis 12 Fuß, dann wird das Ausgraben mit senkrechten Wänden, die alsbaldige Einsetzung eines Durchlasses und das Zufüllen des Einschnittes am wohlfeilsten sein. Beträgt aber jene Höhe mehr, so ist das Durchtreiben eines Stollens vortheilhafter. Diese Verhältnisse sind im Voraus zu wissen nöthig, wenn die vortheilhafteste Direktionslinie ausgewählt werden soll; denn sobald einmal das Durchtreiben eines Stollens beschlossen ist, dann kömmt die größere Höhe des zu durchgrabenden Rückens nicht mehr in Betracht.

Es versteht sich von selbst, daß der Querschnitt, welcher diesen Gräben und Durchlässen zu geben ist, von der Menge und dem Gefälle des abzuführenden Wassers abhängt.

Bei einer kleinen Wassermasse können die Durchlässe aus bloßen Bruchsteinen, welche aber parallele Lagerflächen haben müssen, so zusammengesetzt werden, daß auf die geebnete Sohle eine Ausplattung mit denselben vorgenommen wird, dann zwei Reihen als Widerlage aufgesetzt und diese mit einer Reihe platter Steine überdeckt werden.

Die diese Steine umgebende Erde muß sehr thonartig sein, wenn der Durchlaß einiges Gefälle erhält, weil sich Sandboden auswaschen und dieses Nachstürzungen veranlassen würde.

Trübt sich das durchzuführende Wasser zuweilen und ist das Gefälle klein, so ist es zur Vermeidung der Verschlämmung des Durchlasses nöthig, daß es vor dem Eintritte in denselben zum Stehen und hiermit zur Abklärung gebracht werde.

Treten zuweilen Fluthen in den Sumpf, welche ein zu rasches Durchströmen, vermöge des Druckes des vor der Einmündung sich sammelnden Wassers, befürchten lassen, so ist zur Verhütung des Ausflößens der, das Mauerwerk des auf obige Weise konstruirten Kanales, umgebenden Erde nöthig, vor diese Einmündung eine mit Mörtel aufzuführende Mauer anzulegen, und in derselben eine Oeffnung anzubringen, welche nur $\frac{3}{4}$ des Querschnittes des Durchlasses hat, oder auch den ganzen Durchlaß aus Mörtelmauerwerk zu konstruiren. Dies ist auch nöthig, wenn der Durchlaß einen größeren Querschnitt erhalten muß,

Digitized by Google

oder wenn die anzuwendenden Steine keine parallele Lagerflächen haben. Bis zu 5 Fuß Weite können die Durchlässe mit platten Steinen überdeckt werden, so fern dergleichen in der Nähe zu haben sind, größere Weiten müssen überwölbt werden.

Noch muß ich hier eines für die Landwirthschaft sehr wichtigen Hülfsmittels erwähnen, welches wegen seiner Einfachheit eine allgemeinere Anwendung verdient.

Oft zeigen sich in Grundstücken kleine Quellen, deren Wasser dem Ertrage derselben sehr nachtheilig ist, während die Lokalverhältnisse die Aushebung eines offenen Grabens nicht wohl gestatten.

Wird zu deren Abführung ein etwas weiter Graben ausgehoben, derselbe mit Grand, grobem Sande, Steintrümmern, oder, wenn alles dieses nicht zu haben sein sollte, mit Erlen- oder Weidenzweigen ausgefüllt, und diese Ausfüllung ein Fuß hoch mit Erde überdeckt: so kann über diesen Graben hinweggeackert, gefahren und auch gewässert werden, und so fern das Wasser — wie vorausgesetzt — aus einer Quelle herrührt, also klar ist, so ist eine Verstopfung der Zwischenräume nicht zu befürchten, also auf einen fortwährenden Abfluß zu rechnen; nur erfolgt in einiger Zeit die Fäulniß der angewendeten Zweige, welche Anwendung daher entweder vermieden, oder der Ersatz der verfaulten durch neue bewirkt werden muß.

§. 4. Entwässerungsgräben im Innern der Sümpfe.

So verschieden auch die Art der Herausschaffung des Wassers aus den Sümpfen nach der Verschiedenheit der Lokalverhältnisse sein mag, und so sehr auch das Gefälle und die abzuführende Wassermenge die Größe der Querschnitte der Entwässerungsgräben im Innern der Sümpfe abändern, so sind doch die Grundsätze für die Bestimmung der Direktionslinie dieser Gräben immer dieselben.

Digitized by Google

Der erste dieser Grundsätze ist, daß man wo möglich nur einen Hauptentwässerungsgraben in der tiefsten Richtung der Sumpffläche anordne; denn erstens fließt das Wasser bei demselben Gefälle mit um so größerer Geschwindigkeit, je größer seine Menge in demselben Bette ist; zweitens ist bei mehreren parallel laufenden Entwässerungsgräben die spätere Bewässerung des zwischen denselben eingeschlossenen Theiles der Fläche nicht leicht ausführbar.

Liegt eine Sumpffläche längs eines Flusses oder eines See's, und hat sie ihre Neigung gegen diesen Fluß oder See, so tritt der Fluß oder See an die Stelle des Hauptentwässerungsgrabens. Wird dagegen eine solche Fläche durch einen zwischen hohen Dämmen liegenden Fluß oder Bach, oder einen Erdrücken getrennt, so erscheint sie als zwei verschiedene Sumpfflächen, wovon jede besonders behandelt und mit einem besonderen Hauptentwässerungsgraben versehen werden muß.

Bei der Absteckung dieser Gräben ist jedoch zugleich auf ihre möglichste Kürze Rücksicht zu nehmen, sowohl wegen der dadurch herbeizuführenden Verminderung der Aushebungskosten, als besonders wegen der dadurch zu erzielenden Vermehrung des Gefälles; es darf daher nicht ängstlich allen Biegungen der größten Tiefe der Fläche, sondern es muß nur der Hauptdirektion dieser größten Tiefe gefolgt, und die Grabenlinie aus geraden Strecken und möglichst flachen Bögen konstruirt werden, damit auch hierdurch die Geschwindigkeit des abzuführenden Wassers beschleunigt werde.

Sind diese Hauptentwässerungsgräben ausgehoben, so sind noch so viele Zuleitungsgräben nöthig, daß jede einzelne Stelle der Sumpffläche dadurch trocken gelegt werden kann.

Kann der Wasserspiegel der Gräben tief unter die Fläche gelegt werden, und besteht der Boden dieser Fläche aus einer Erdart, worin der Sand vorherrscht, oder hat dieselbe eine starke Neigung gegen den Hauptgraben, so können die Zwischenräume von einem Zuleitungsgraben zum andern größer angenommen werden, als wenn die entgegengesetzten Umstände eintreten.

Digitized by Google

Ist die Fläche zum Graswuchse bestimmt, so senkt man absichtlich den Wasserspiegel der Gräben nicht gerne tief unter die Fläche; will man aber darauf Obst- und Ackerbau treiben, dann ist eine tiefere Senkung desselben nothwendig, oder auch nur da, wo eine tiefere Senkung geschehen kann, kann diese letztere Benutzungsart eintreten.

Diese Zuleitungsgräben sind in derjenigen Richtung zu führen, in welcher von dem Punkte, von welchem jeder derselben ausgeht, die größte Neigung abwärts statt findet; in einer regelmäßigen Muldenform werden diese Gräben die Fig. 17 bilden. Es versteht sich von selbst, daß im Uebrigen bei der Anordnung dieser Zuleitungsgräben dieselben Grundsätze zu befolgen sind, wie bei den Hauptentwässerungsgräben, um so mehr, als oft ein solcher Zuleitungsgraben in Beziehung auf einen abgesonderten Theil der Sumpffläche als Hauptentwässerungsgraben erscheint.

Noch muß hier erwähnt werden die besondere Rücksicht, welche die unschädliche Abführung des mit Eisen geschwängerten Wassers erheischt. Es ist nämlich durch vielfältige Erfahrung erwiesen, daß das dem Wasser beigemengte Eisen der Fruchtbarkeit der von ihm benetzten Wiesenflächen sehr nachtheilig ist; am deutlichsten zeigt sich diese Erscheinung da, wo Wiesen einen eisenhaltigen Untergrund haben und das Wasser auf ihnen lange gespannt erhalten wird; dasselbe löst dann viele Eisentheile auf und setzt sie zwischen die Grasnarbe ab, in welcher dann die besseren Gräser absterben und die übrigen nur kümmerlich fortwachsen.

An solchen Stellen kann nur durch viele und tiefe Entwässerungsgräben dieser Nachtheil entfernt werden; auch da, wo eisenhaltige Quellen hervortreten, sind dieselben in Gräben zu fassen und in einer solchen Tiefe abzuführen, in welcher sie die Graswurzeln nicht erreichen. Der Ersatz der einer solchen Wiese entzogenen Feuchtigkeit muß ihr durch die Bewässerung mit eisenfreiem Wasser verschafft werden.

Die Sumpfflächen sind, besonders in Berggegenden, mit einem Niederschlage organischer Stoffe überlagert, welcher sich wegen

Digitized by Google

der Wasserbedeckung, unter welcher er sich befand, nicht zersetzen konnte; wird daher das in einem Sumpfe befindliche Wasser abgezapft, so findet sich gewöhnlich auf dem Boden ein tiefer Schlamm, welcher nur sehr langsam abtrocknet und fest wird. Erfordert indessen der Entwässerungsplan einige Beschleunigung, so müssen in diesem Schlamme — sobald er nur einige Steifigkeit erlangt hat — einige Gräben durchgeschöpft und besonders dafür gesorgt werden, daß kein aus dem oberen Theile des Sumpfes oder aus der Umgegend desselben herabkommendes Wasser sich über diesen Schlamm ausbreite und ihn am Austrocknen verhindere.

Diese Arbeit ist bei warmer Witterung vorzunehmen, damit die Arbeiter bis über die Kniee in den Schlamm hineinwaten können.

§. 5. Vorbereitung der Sumpfflächen zur Erzielung landwirthschaftlicher Produkte.

Nach seiner Abtrocknung können auf dem oben erwähnten Schlamme 10 und mehr sehr reiche Haferärnten erzielt und dann, oder auch sogleich, eine Graseinsaat vorgenommen werden; denn auch als Wiese wird er sehr reiche Aernten liefern.

Diejenigen Sumpfflächen, auf denen im hohen Sommer das Wasser verschwindet, sind gewöhnlich mit grobem Wurzelgeflechte bis zu einer Dicke von 5 Fuß bedeckt, welches Geflechte nach vorheriger Abtrocknung abgeräumt, auf Haufen gesetzt und entweder der Fäulniß überlassen oder verbrannt, und in ersterem Falle das Produkt der Fäulniß, in letzterem die Asche zur Düngung der Fläche verwendet werden kann. Die abgeräumte Fläche kann sogleich mit Gras oder Hafer eingesäet werden.

Die Bildung einer dichten Grasnarbe und die Erzielung vollständiger Heuärnten erfolgt erst nach mehreren Jahren.

Diejenigen Sumpfflächen endlich, welche mit Riedgräsern überdeckt sind, gehen nach ihrer Entwässerung auch nicht unmittelbar in gute Wiesen über; denn war die Versumpfung stark, so konnten zwischen den Riedgräsern keine süßen Gräser und

Digitized by Google

Kräuter fortkommen, letztere fehlen daher gänzlich auf diesen Flächen; wird daher den Riedgräsern die zu ihrem Fortwachsen nöthige Feuchtigkeit entzogen, so sterben sie zwar nach und nach ab, allein eine lange Zeit wird erfordert, bis sich die zu dem nunmehrigen trockenen Zustande der Fläche passenden süßen Gräser darauf einfinden und gehörig verbreiten. Es ist daher ein Zerstören der Riedgräser und das Einsäen von süßen Gräsern nothwendig, wenn man schnell zum Ziele gelangen will.

Anders verhält es sich mit Wiesenflächen, auf welchen saure und süße Gräser unter einander wachsen; auf diesen breiten sich nach der Entwässerung die süßen Gräser in demselben Maase aus, in welchem die sauren absterben.

§. 6. Unterhaltung der Entwässerungsanstalten.

Wichtig ist es, daß die Entwässerungsanstalten gut unterhalten, das heißt, daß sämmtliche Entwässerungsgräben alsbald wieder geöffnet werden, so oft sie sich zufüllen. Dieses Zufüllen wird besonders durch Wasserpflanzen begünstiget, welche in diesen Gräben wachsen, und das dem Wasser beigemengte Material auffangen.

Schon bei der Entwerfung der Entwässerungsprojekte ist auf die möglichste Vermeidung dieses Zufüllens der Gräben Rücksicht zu nehmen, welches dadurch geschieht, daß alles trübe Wasser von denjenigen Gräben entfernt gehalten wird, in denen es mit nur mäßiger Geschwindigkeit fließt.

Bei dem Ausräumen dieser Gräben ist besonders zu verhindern, daß die ausgehobene Erde an den Rändern derselben liegen bleibe, und das Abfließen des Wassers von der Fläche nach diesen Gräben verhindere. Dieser Grabenaushub, welcher immer aus sehr fruchtbarer Erde besteht, so wie auch die aus neuangelegten Gräben erzielte Erde, kann immer mit Vortheil zur Ausfüllung der Vertiefungen in den Wiesen benutzt werden, umsomehr, als die guten Gräser durch eine solche Ausfüllung, wenn sie nicht einen Fuß überschreitet, durchstechen und sehr bald eine erneuerte, vorzüglich fruchtbare Rasennarbe bilden.

Digitized by Google

Die sorgfältige Unterhaltung der Entwässerungsgräben fordert um so mehr die Aufmerksamkeit der betreffenden Behörden, als nach der Erfahrung sehr häufig früher ganz gut entwässerte Flächen durch die Vernachläßigung dieser Unterhaltung nach und nach in ihren früheren Sumpfzustand zurückfallen. Diese Versumpfung geht so allmählig vor sich, daß die betheiligten Wiesenbesitzer oft selbst nicht wahrnehmen, daß sie zunimmt, und sogar nicht glauben, daß durch einige bessere Austiefung der längst bestehenden Gräben ihre Wiesen auf den mehrfachen Ertrag gebracht werden können.

§. 7. Entwässerung durch Aufschlämmen.

Noch gibt es eine andere Art, Sumpfflächen zu entfernen; dies ist diejenige, welche die Natur hierzu anwendet, und welche oft nur einige menschliche Nachhülfe fordert, um den Erfolg zu beschleunigen, nämlich die Auflagerung von Erdschichten auf diese Flächen durch das strömende Gewässer.

Diese Methode ist besonders da anwendbar, wo es Sumpfflächen in Gebirgsgegenden am natürlichen Abflusse fehlt und ihnen dieser auch durch die Kunst nicht verschafft werden kann.

Fließt ein Bach oder Fluß in der Nähe einer Sumpffläche vorüber oder durchschneidet er selbe, und führt er zur Fluthzeit viel Material mit sich, so braucht man nur das Ueberströmen dieser Fläche durch das Fluthwasser zu begünstigen und das Abfließen desselben so lange zu verzögern, bis es sein Material hat sinken lassen.

Da indessen der Zweck durch dieses Mittel nur langsam erreicht werden würde, so hat man ihm dadurch einen schnellern Erfolg verschafft, daß man die abzulagernde Erde absichtlich oberhalb in den Fluß warf. Auch hat man dieses Verfahren angewendet, um in engen Thälern breitere und ebnere Wiesenflächen hervorzubringen. Man grub zu dem Ende in die Berglehne ein und erweiterte hierdurch die Thalfläche; die abgegrabene Erde warf man in das vorbeiströmende Wasser und

Digitized by Google

bewirkte unterhalb eine solche Ablagerung, welche der Fläche mehr Ebene verschaffte.

Dieses letztere Verfahren ist indessen als eine landwirthschaftliche Maasregel anzusehen, die nur unter vorzüglich günstigen Umständen einigen ökonomischen Effekt verspricht, weil der Werth der dadurch gewonnenen Wiesenfläche oft durch die dazu aufzuwendenden Kosten aufgewogen wird, und die Oberfläche der Wiese, anstatt aus guter Dammerde, dann oft aus rohen Gebirgsmassen besteht.

Der Nutzen, welcher aus der Entwässerung der Sümpfe in Beziehung auf die menschliche Gesundheit für die Anwohner erzielt wird, kann durch Geldsummen nicht leicht ausgedrückt werden; besonders groß ist er, wenn diese Sümpfe sich in der Nähe volkreicher Städte befinden. Dennoch brauchen wir ihn in den meisten Fällen gar nicht in Anschlag zu bringen, um die Vortheile dieser Entwässerungen darzuthun; denn die Vergrößerung des Werthes dieser Flächen durch deren Entwässerung ist gewöhnlich so groß, daß sie den dazu nöthigen Aufwand allein schon bei weitem überwiegt. Ungeheuer ist die Vermehrung des Grundwerths und Nationalvermögens, welche auf diesem Wege zu erlangen wäre; denn beinahe in allen Gegenden findet man Flächen, die einen zur Erzielung landwirthschaftlicher Produkte vorzüglich geeigneten Boden haben, und wegen unzureichender Entwässerung keinen, oder einen nur unbedeutenden Ertrag liefern.

Digitized by Google

Siebenter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zur Bewässerung der Ländereien.

§. 1. Einleitung.

Das Gedeihen der Gewächse hängt zum großen Theile von dem Grade der Feuchtigkeit ihres Standortes ab. Versagt der Himmel einige Zeit die nöthige Benetzung, während heiße Sonnenstrahlen die Erdfläche austrocknen, so bietet sich der Landwirthschaft kein Mittel dar, wodurch sie das Verkümmern ihrer Produkte verhindern könnte, so lange sie nicht ihre Zuflucht zu der künstlichen Bewässerung nimmt. Bei dem rühmlichen Wetteifer, der das wissenschaftliche Streben der heutigen Landwirthe belebt, scheitert ein bedeutender Erfolg fortwährend an der Unlenkbarkeit der Witterung und an der Unmöglichkeit, sie vorauszusehen.

Der Hydrotekt kann zwar weder die Wolken zerstreuen, noch den Nachtheil aufheben, den übermäßige Wasserniederschläge den Pflanzen bringen; allein ein ihnen noch schädlicheres Verweilen des Wassers auf der Oberfläche ihrer Standorte kann er verhindern und den Mangel an Feuchtigkeit kann er durch die Zuleitung von erfrischendem Wasser entfernen.

Nur mittelst dieser Hülfe kann die Landwirthschaft einen Theil jener Hindernisse besiegen, welche ihr die Ungunst der Witterung entgegensetzt, von vielen zu nassen und zu trockenen Flächen einen höheren Ertrag ziehen und den höchsten Grad ihrer Entwickelung erreichen.

Gehen wir vom Allgemeinen in das Besondere über, so finden wir, daß der Erfolg sowohl der Be- als auch der Entwässerung sehr wesentlich vom örtlichen Clima und von der Bodenart jener Flächen abhängt, auf welche sie angewendet wird.

Digitized by Google

Da wo ein überwiegendes Maas von Wärme vorhanden ist, fehlt es den Pflanzen sehr häufig an dem zweiten Haupterfordernisse des Wachsthums, an der verhältnißmäßigen Feuchtigkeit; wogegen da, wo die Wärme mangelt, ein Uebermaas dieser Feuchtigkeit öfter, als Mangel an derselben eintritt.

Eben so fehlt es dem Sandboden — da er die empfangene Nässe nicht lange zurückzuhalten vermag — ebenfalls sehr häufig an derselben, während im Thonboden, besonders in kaltem Clima, die Vegetation häufiger am Uebermaase, als am Mangel der Feuchtigkeit leidet.

Man sieht daher auch bis jetzt nur in wärmeren Gegenden und im Sandboden die künstliche Bewässerung auf Getreidefelder angewendet, z. B. in der Lombardie, in Valenzia, in den französischen Departements der Ostpyrenäen, der Oberalpen ꝛc., wo sie den Ertrag auf das vier- und mehrfache erhöht; dagegen fand sie in Deutschland nur auf Gemüseländern und Wiesen statt.

Obwohl höchst wahrscheinlich die Bewässerung der Getreidefelder in vielen Oertlichkeiten Deutschlands ebenfalls mit großem Nutzen angewendet werden könnte, so wollen wir uns doch hier zunächst mit der Wiesenbewässerung beschäftigen und das weiter Nöthige zur Ausdehnung derselben auf Getreidefelder nachfolgen lassen.

So wichtig natürliche Wiesen auch im Allgemeinen für die Landwirthschaft sein mögen, so bilden sie doch vorzugsweise in Gebirgsgegenden die unentbehrliche Grundlage der Produktenerzeugung; denn daselbst haben alle Ackerflächen eine starke Neigung; dies veranlaßt das Abflößen aller Düngertheile durch den Regen, welcher sie dann in den Thalgründen zwischen die Halmen der Wiesengräser absetzt und letztere dadurch befruchtet. Hierdurch entsteht dann weiter ein Mangel an nährenden Stoffen auf den Bergäckern, welchem ihre Bewirthschafter nur dadurch abhelfen können, daß sie die Produkte der Wiesengründe — da letztere ein unmittelbares Zuführen von Düngerstoffen nicht bedürfen — mit jenen der Aecker zusammen zur Bildung von Ackerdünger verwenden.

Digitized by Google

Diese Thatsache offenbart sich auch in der besonderen Vorliebe, welche die Gebirgsbewohner für ihre Wiesen hegen, ferner in dem weit höheren Preise derselben, als die Aecker dieser Gegenden haben.

Durch ein glückliches Zusammentreffen der natürlichen Verhältnisse ist es auch gerade in Gebirgsgegenden, wo sich die Gelegenheit, ihren Ertrag durch die Kunst sehr zu erhöhen, darbietet, nämlich durch die Bewässerung.

§. 2. Art der Einwirkung der Bewässerung auf die Fruchtbarkeit der Wiesen.

Die Einwirkung der Bewässerung der Wiesen auf ihre Fruchtbarkeit erfolgt auf zweierlei Art, nämlich:

1. Durch die Zuführung von Dünger, welcher in dem Fluthwasser enthalten ist und sich beim Ueberströmen der Wiesenflächen zwischen die Grashalmen festsetzt.

2. Durch die Ertheilung derjenigen Feuchtigkeit, welche dem Wachsen der Wiesenpflanzen am zuträglichsten ist.

Jene Düngertheile werden nicht leicht in zu reichlichem Maase einer Wiese zugeführt werden können, die meisten enthält das Wasser, welches über mit reicher Dammerde versehenes Ackerfeld hinströmt, oder welches aus den Miststätten der Dörfer herausfließt. Kömmt dagegen das Wasser von Wald-, Haide- oder Grasflächen, dann enthält es weniger Düngerstoff; im ersten Falle ist es sogar zuweilen dem Graswuchse schädlich, weil das Laub von Eichen ꝛc. dem Wasser eine nachtheilige Säure mittheilt. Den Düngerstoff nimmt es um so häufiger in sich auf, in je größerer Menge es zuströmt, da sich die Gewalt, welche es auf die überströmte Fläche ausübt, nach Maasgabe seiner vergrößerten Menge vergrößert; jedoch ist hiervon auszunehmen das vom zuerst schmelzenden Schnee herrührende Wasser, welches auf einer festgefrornen Fläche hinfließt.

Da hiernach gewöhnlich die höchste Fluth auch das mit den meisten Düngertheilen geschwängerte Wasser enthält, so erfolgt schon dadurch ein häufigeres Absetzen von Düngertheilen auf die

Digitized by Google

Wiesenflächen, weil dann auch die Flüsse gewöhnlich austreten, und die Fluth sich über die größten Flächen ausbreitet; geschieht dies — wie gewöhnlich — zur Winterszeit, wenn die Gräser noch nicht im Wachsen sind, so ist hiermit auch kein Nachtheil für die Aernten verbunden, und in diesem Falle bedürfen die auf solche Weise überströmten und mit Dünger versehenen Wiesenflächen in dieser Beziehung keiner menschlichen Nachhülfe.

Selten besteht jedoch zwischen dem Querschnitte des Flußbettes und den in den verschiedenen Perioden vorkommenden Wassermassen jenes Verhältniß, wonach die Sommerfluth ganz vom Bette aufgenommen wird, und derjenige Theil der Winterfluth, mit welchem sie die Masse der Sommerfluth übersteigt, zum Vortheile der anstoßenden Wiesen austritt.

Und selbst auch da, wo dieses Verhältniß statt findet oder durch menschliche Nachhülfe hergestellt wird, werden seine Vortheile nur den unter dem Wasserspiegel der Winterfluth gelegenen Wiesenflächen zu Theil, und alle andere Wiesenflächen müssen dieselben entbehren, welche Entbehrung sich auch in ihrer geringeren Fruchtbarkeit offenbart.

Außerdem kömmt eine die Sommerfluth weit übersteigende Winterfluth weder allenthalben, noch jedes Jahr, noch jedesmal in demselben Maase vor; es muß daher eine Anstalt von großem Nutzen sein, durch welche man jene Ueberströmung mit Wasser, welches Düngertheile enthält, jedes Jahr, und auf eine große und genau bestimmte Fläche bewirken kann.

Ein gewisser Grad der Feuchtigkeit, welcher nach den verschiedenen Wachsthumsperioden verschiedentlich erhöht und erniedrigt werden kann, ist eine weitere Bedingung für einen reichlichen Graswuchs. Die in dieser Beziehung an die Wasserbewirthschaftung ergehende Anforderung ist folgende.

Jede einzelne Stelle einer Wiesenfläche muß nach Willkühr zu jeder Zeit mit Wasser überrieselt und auch davon befreit werden können; es steht daher die Be- und Entwässerung der Wiesen in dieser Beziehung in genauer Verbindung.

Digitized by Google

Setzen wir voraus, daß jede Wiesenfläche eine von der Horizontalebene etwas abweichende Lage hat, und daß sie an ihrem tiefsten Saume von einem Entwässerungsgraben, Bache oder Flusse begrenzt wird, so ist zu ihrer Bewässerung noch ein Graben nöthig, welcher ihren oberen Saum begrenzt. Werden diese beiden Hauptgräben noch von Zwischengräben unterstützt, welche das auf die Fläche zu bringende Wasser gehörig vertheilen und welche andererseits dasselbe von ihren verschiedenen Theilen ab- und dem Hauptentwässerungsgraben zuführen: so wird der obige Zweck vollkommen erreicht werden; von diesen Zwischengräben können viele als Be- und Entwässerungsgräben zugleich dienen, und diese ganze, zunächst auf die Regulirung des angemessenen Grades der Feuchtigkeit berechnete Anstalt kann zugleich zur Verbreitung der nöthigen Düngerstoffe benutzt werden.

§. 3. Zuleitung des Bewässerungswassers.

In den nicht ganz flachen Gegenden hat jeder Bach und nicht ganz große Fluß ein Gefälle, welches mehr als $\frac{1}{1000}$ seiner Länge beträgt; nehmen wir das Minimum des einem Bewässerungsgraben zu gebenden Gefälles zu $\frac{1}{1000}$ seiner Länge an, so ergibt sich hieraus die Möglichkeit, durch die Ableitung des Wassers aus dem natürlichen Bette in den Bewässerungsgraben an dem Oberrande einer jeden an einem Bache oder nicht ganz großen Flusse gelegenen Wiese Bewässerungswasser hinzuleiten.

Die meisten Flußthäler haben eine Muldenform; wird in ihrem Bette ein Stau*) angelegt, so wird dadurch das Wasser zu beiden Seiten in die von da abgehenden Hauptzuleitungsgräben getrieben, welche es dann an den Oberrand der beiderseitigen Wiesenflächen führen und so deren Bewässerung möglich machen.

Ist dagegen die Wiesenfläche nur an einer Seite des Thales gelegen, so wird nur ein Zuleitungsgraben von dem Staue abgeleitet.

---

*) Das Nähere über diese Staue kommt im Abschnitte VIII. vor.

Digitized by Google

An größeren Flüssen, welche ein zu kleines Gefälle haben, um aus ihnen auf diese Weise das Wasser heraus auf die neben liegenden Wiesenflächen zu führen, oder in welchen die Anlegung von Stauen mit zu großen Kosten und anderen Schwierigkeiten verbunden sein würde, muß auf diese natürliche Ableitung des zum Wiesenbewässern bestimmten Wassers verzichtet werden. Auch bei kleineren Flüssen schneiden zuweilen Dörfer und Städte die Direktionslinie der Zuleitungsgräben ab und verhindern die oben beschriebene natürliche Ableitung.

An allen diesen Stellen ist oft die Anwendung von Schöpfrädern von Nutzen, welche durch den betreffenden Fluß selbst bewegt werden.

Solche Schöpfräder erhalten in größeren Flüssen mit geringem Gefälle die Gestalt von den Rädern der Schiffmühlen und Dampfschiffen, bei kleineren Flüssen mit stärkerem Gefälle werden sie nicht so breit gemacht; an demselben Kranze, woran die Schaufeln sitzen, befinden sich Schöpfkasten, welche sich im Flusse füllen und, sobald sie an den Scheitelpunkt des Rades gelangen, sich in einen Trog ergießen, welchem sich eine hölzerne Rinne anschließt, die das Wasser einem Zuleitungsgraben zuführt. — Gewöhnlich ist die Lage dieser Räder auf einen gewissen Wasserstand berechnet, bei welchem nur von ihnen Gebrauch gemacht wird; sie ruhen mit ihren Zapfen auf zwei Böcken oder Jochen, wovon eines am Ufer und das andere im Bette angebracht ist, und wovon jedes aus 2 Pfählen mit einer Kronschwelle besteht. An kleineren Flüssen ist oft ein schräg eingelegtes Grundwehr damit verbunden, welches mit dem Ufer, an welchem das Rad angebracht ist, einen Trichter bildet und das Wasser dem Rade zuweist.

Etwas schwieriger ist die Anlage, wenn das Rad mit dem wechselnden Wasserstande erhöht und gesenkt werden soll; dies geschieht durch Klötze, welche unter die Zapfen gelegt werden.

Kommt Eisgang im Flusse vor, so muß das Rad jeden Winter hinweggenommen oder über die Höhe des Eisganges gehoben werden.

Digitized by Google

Oft sieht man solche Räder an Stellen angewendet, wo sie, bei der Erweiterung der Bewässerungsanstalten über die Wiesenflächen ganzer Thalstrecken, vermieden werden könnten.

Außer diesem aus dem Hauptflusse oder Bache abzuleitenden Bewässerungswasser, kann das eines jeden von der Seite in ein Wiesenthal eintretenden Fluthgrabens, Baches oder einer jeden zuströmenden Quelle aufgefangen und in einen Bewässerungsgraben geleitet werden. So kann bei einer umsichtigen Benutzung aller von den Ortsverhältnissen dargebotenen Hülfsmittel beinahe allenthalben Bewässerungswasser hingeschafft werden; dies ist selbst auf Wiesen in entwässerten Sümpfen von Nutzen, sobald das Stauwasser aus denselben entfernt ist.

Verweigern aber die Ortsverhältnisse durchaus das Ueberrieseln einer Wiesenfläche, so können die oben aufgeführten Bedingungen eines reichen Graswuchses auch durch Stauung des Wassers aus der Tiefe theilweise erreicht werden, wenn im Winter das mit Düngertheilen geschwängerte Wasser so zurückgehalten wird, daß es sich über die betreffende Wiesenfläche ausbreitet und seine Düngerstoffe auf selbe absetzt; wenn ferner das Grundwasser im Sommer im Erdboden so hoch gespannt wird, daß es die Oberfläche der Wiese nicht ganz austrocknen läßt, sondern ihr die für das Gedeihen der Gräser zuträgliche Feuchtigkeit erhält.

Für die Zuleitungs- und Hauptbewässerungsgräben müssen zwar beinahe eben so, wie bei den Entwässerungsgräben, die kürzesten Direktionslinien aufgesucht und ihre geraden Strecken mittelst möglichst flacher Bögen verbunden werden; allein den Hauptbestimmungsgrund für diese Direktionslinien bildet hier die für diese Gräben bestimmte Höhe.

Stellen wir uns eine Ebene vor, die von einer Horizontalebene nur so viel abweicht, als das dem Zuleitungsgraben bestimmte Gefälle beträgt, welche also als die Fläche des Wasserspiegels dieses Grabens angesehen werden kann: so wird diese Ebene diejenige Erdfläche, durch welche der Zuleitungsgraben zu führen ist, in irgend einer Linie durchschneiden, so fern diese

Digitized by Google

Erdfläche einige Neigung gegen den Fluß hat; diese Durchschneidungslinie bildet die, gesuchte Direktionslinie für diesen Zuleitungsgraben.

Oder — mit anderen Worten — häufig wird man den Zuleitungsgraben längs des Abhanges eines Berges so hinführen können, daß die für ihn bestimmte Höhe weder eingeschnitten, noch aufgetragen zu werden braucht *). Allein bei wellenförmigem Terrain würde sich, bei der ängstlichen Befolgung dieser Regel, die Direktionslinie zu sehr verlängern, und dann ist es besser, diese Linie etwas abzukürzen und einige Einschneidung und Auftragung vorzunehmen.

Oft müssen selbst Anhöhen durchschnitten und Felsen durchbrochen werden; hierbei wird auf dieselbe Art verfahren, die wir oben bei den Entwässerungsgräben kennen gelernt haben.

Oft müssen solche Gräben unter Straßen und Wegen hindurchgeführt werden, dann werden Durchlässe von Holz oder Stein angelegt. Zuweilen müssen Fluthgräben, tiefe Schluchten oder selbst das Bett eines Flusses überschritten werden. Dies geschieht durch hölzerne Gerinne, welche bei kurzen Weiten ohne weitere Unterstützung auf beiden Seiten vom Boden getragen, oder bei größeren Weiten in der Mitte von Böcken unterstützt werden; öfter noch wird die Direktionslinie kleine Vertiefungen in mehr oder weniger langen Strecken überschreiten, und da der Wasserspiegel keine Senkung verträgt, wenn der Bestimmungsort, nämlich der Hauptbewässerungsgraben, höher gelegen ist: so müssen für diese Zuleitungsgräben Bette und Ufer gebildet werden, welche über die Bodenfläche hervorragen.

Die Bildung dieser Gräben geschieht am besten auf folgende Art: Man sucht sich möglichst nahe die nöthige Erde durch das

*) Sobald das Gesammtgefälle des Zuleitungsgrabens mittelst der Wasserwage ausgemittelt und festgestellt ist, geschieht die Höhenbestimmung der Zwischenpunkte am leichtesten durch Visirkrücken, nach dem in meinem Straßen- und Wegebau (Darmstadt, bei Heyer, 1831) beschriebenen Verfahren.

Digitized by Google

Ausheben von ohnedies nöthigen Gräben, durch das Abtragen von Erdrücken und Hügeln zu verschaffen. Diese Erde ist um so tauglicher zu dem betreffenden Zwecke, je mehr Thontheile sie enthält — unter der sandigen ist die feinsandige besser, als die grobsandige. Je weniger gut die Erdart zu dem betreffenden Zwecke geeignet ist, desto flacher ausgedehnt müssen die Abdachungen des Dammes sein, der den Zuleitungsgraben auf seiner Krone tragen soll. Reiner, nicht ganz feiner Sand kann nicht angewendet werden, weil er das Wasser zu häufig durchlassen würde; kann man sich daher auf keine andere Weise hinlänglich wasserhaltigen Boden verschaffen, so gräbt man an Stellen, wo sich dergleichen vorfindet, Gruben aus und füllt sie dann mit anderem Boden wieder zu.

Sowohl von derjenigen Stelle, auf welcher der betreffende Damm aufgeführt werden soll, als auch da, wo man Hügel auf der Wiesenfläche selbst abtragen will, sticht man den Rasen ab, um ihn dorten auf den Damm und hier auf die abgetragene Wiesenfläche aufzudecken, weil derselbe in dem Dammkörper — wenn er in ihn eingefüllt würde — Senkungen veranlassen würde, und weil er — wenn er auf die gedachten Flächen wieder aufgelegt wird — einen weit schnelleren Graswuchs liefert, als wenn diese Flächen blos Graseinsaat erhielten; weil er endlich die Abdachungen des Dammes vor dem Abflößen schützt.

Die Höhe des Dammes, welcher mit der auf obige Art ausgewählten Erde aufgeführt wird, muß die Höhe der Grabenufer erreichen, welcher Höhe jedoch noch so viel zuzusetzen ist, als er sich nach Maasgabe der angewendeten Erdart und der Art ihrer Aufschüttung noch zusammenzusetzen droht.

Dieser Damm erhält im Herbste nur seine Hauptform im Groben, und erst im folgenden Frühjahre — nachdem Frost und Nässe die aufgeschüttete Erde zu einem festen Ganzen verbunden, ihr auch die naturgemäße Senkung ertheilt haben — sticht man das Grabenbett nach dem genauen Maase aus, planirt die Abdachungen und überkleidet sie mit dem bis dahin aufbewahrten Rasen.

Digitized by Google

Das in solche Gräben eingeleitete Bewässerungswasser wird im Anfange mehr oder weniger durch die Grabenufer durchdringen, je nachdem der angewendete Boden mehr oder weniger wasserhaltig war; allein die Zwischenräume, durch welche jenes Durchdringen erfolgt, füllen sich nach und nach durch die thonigen Beimengungen des Bewässerungswassers aus. Dieses Wasser hinterläßt nämlich, wenn es trüb ist, alle seine fremden Beimengungen in den Grabenufern und tritt völlig abgeklärt aus denselben hervor.

Dieses allmählige Ausfüllen der Zwischenräume kann aber nur da erfolgen, wo trübes Fluthwasser von den Gräben aufgenommen wird; sind sie aber dazu bestimmt, nur klares Quellwasser weiter zu führen, so kann auf dieses Ausfüllen nicht gerechnet werden, und es muß mit weit größerer Vorsicht die Bodengattung gewählt werden, aus welcher die betreffenden Grabenufer gebildet werden sollen.

Dieses Durchdringen des Wassers kommt nicht allein bei solchen auf Dämmen angelegten, sondern auch bei anderen, auf hochgelegenen Flächen angelegten Gräben vor, deren Untergrund aus Sandboden besteht, und es kann dasselbe auch da in einem solchen Maase erfolgen, daß das gesammte, zur Bewässerung bestimmte Wasser dadurch konsumirt, also der betreffende Zweck gänzlich verfehlt wird; man hat sich daher unter solchen Umständen schon genöthiget gesehen, das Grabenbett mit einer Thonschichte auszufüttern.

Dieses kostspielige Hülfsmittel kann man jedoch vermeiden, wenn man thonhaltige Erde in das klare Grabenwasser einrührt und ihm so die Eigenschaft des trüben Fluthwassers in erhöhtem Maase mittheilt.

Im Departement der hohen Alpen streute man Buchenlaub in das so getrübte Wasser, welches dann, vom angesetzten Thonniederschlage zu Boden gezogen, ein wasserdichtes Grabenbett bildete.

Auch ganze Wiesenflächen haben zuweilen einen so porösen Untergrund, daß das auf sie geleitete Wasser alsbald versinkt,

Digitized by Google

und eine regelmäßige Ueberrieselung auf ihnen nicht statt finden kann. —

In flachen Thälern kann zuweilen dadurch abgeholfen werden, daß man das Wasser in den Entwässerungsgräben in der trockenen Jahreszeit aufstaut und dadurch das schnelle Durchdringen des Bewässerungswassers verhindert; auch dieses Uebel hebt sich in dem Maase, als durch die Bewässerung mit trübem Wasser sich die Poren ausfüllen, welches freilich weit langsamer erfolgt, als in den Grabenufern.

Bei der Bestimmung des Gefälles für die Hauptzuleitungsgräben treten folgende Rücksichten ein:

Will man durch die Bewässerung den Wiesenflächen möglichst viele Düngertheile zuführen, und das allzuhäufige Verschlicken dieser Gräben vermeiden, so gebe man ihnen wo möglich dasjenige Gefälle, welches das Wasser vor seiner Einmündung in die betreffenden Gräben hatte, es wird dann beiläufig mit derselben Geschwindigkeit weiter fließen und allen beigemengten Schlick bis auf die Wiesenfläche führen.

Oft würde aber alsdann ein Herausleiten von Bewässerungswasser aus den natürlichen Betten gar nicht geschehen können, oder eine höher gelegene Wiesenfläche, deren Mitbewässerung man beabsichtiget, würde von dem Zuleitungsgraben nicht erreicht werden; man muß daher gewöhnlich auf einen Theil dieser Vortheile verzichten.

Oft bestimmen andere Ortsverhältnisse die Höhe, in welcher diese Gräben zu führen sind, und man kann unter verschiedenen Umständen von einem Gefälle, welches $\frac{1}{500}$ der Länge beträgt, bis auf ein solches zurückgehen, welches nur $\frac{1}{5000}$ derselben beträgt; doch ist hierbei fortwährend zu berücksichtigen, daß je kleiner das Gefälle ist, desto größer muß der Querschnitt des Grabens für die Fortführung derselben Wassermenge sein, desto weniger Schlick kann den Wiesen zugeführt und desto öfter muß dieser Graben gereinigt werden.

Digitized by Google

§. 4. Anstalten zur Ueberrieselung der Wiesenflächen.

Ist auf die oben beschriebene Weise das Bewässerungswasser an den Oberrand der zu bewässernden Wiesenfläche hingeleitet, so sind noch die Anstalten zu schaffen, durch welche es mit der größten Leichtigkeit über jeden einzelnen Theil der Fläche verbreitet werden kann. Die einfachste und am leichtesten ausführbare Methode, welche auch zugleich die betreffende Aufgabe vollständig löst, ist die durch Fig. 18 dargestellte.

a a sei der vom Zuleitungsgraben gespeiste Hauptbewässerungsgraben am Oberrande der Wiese, und b b sei der Entwässerungsgraben, Bach oder Fluß am Unterrande der Wiese, so steche man die Verbindungskrippen c c, c c, c c ꝛc. in der Richtung der stärksten Neigung der Wiesenfläche, in einer wechselseitigen Entfernung von 30 bis 60 Fuß, einer Breite von 1 Fuß und einer Tiefe von ½ Fuß aus.

Von diesen Krippen ausgehend hebe man die Bewässerungsgräbchen d d, d d, d d ꝛc. genau in horizontaler Lage aus, gebe ihnen eine wechselseitige Entfernung von 12 bis 36 Fuß, eine Breite von 9 und eine Tiefe von 3 Zoll.

Da wo diese Bewässerungskrippen in den Hauptbewässerungsgraben a a einmünden, setze man hölzerne Schützen ein, und für jede Stelle, wo ein Bewässerungsgräbchen d d eine Bewässerungskrippe durchschneidet, halte man einen platten Stein bereit, mit welchem man die Krippe unterhalb dem Gräbchen zustellen kann.

Will man diese Fläche nach ihrer ganzen Ausdehnung zugleich bewässern, so zieht man alle Schützen und setzt alle Stausteine ein.

Dann wird das Wasser in allen Krippen herabströmen, von den Stausteinen in die horizontalen Bewässerungsgräbchen getrieben werden, aus diesen in ihrer ganzen Länge über ihren horizontalen Unterrand überstürzen, jeden Wiesentheil bis zum nächsten Bewässerungsgräbchen überrieseln, dieses nächste Gräbchen füllen und auch das Ueberströmen von diesem veranlassen.

Digitized by Google

Werden die Staufteine nicht höher gemacht, als die Tiefe der Bewäſſerungskrippen, ſo wird über jeden Stein ein Theil des gerade auf ihn herabſtürzenden Waſſers überſtürzen, in der Krippe fortfließen, zur Füllung des unterhalb gelegenen Bewäſſerungsgräbchens beitragen und das vom Boden konſumirte Waſſer erſetzen.

Soll dagegen die Bewäſſerung aufhören, ſo werden alle Schutzbretter in dem Hauptbewäſſerungsgraben oder auch blos die Schütze am oberen Ende des Zuleitungsgrabens zugeſtellt, und alle Staufteine herausgenommen; dann fließt nicht allein kein Waſſer mehr in die Krippen, ſondern alles in den Bewäſſerungsgräbchen befindliche Waſſer tritt ſogleich in die Krippen und ſtrömt dem Entwäſſerungsgraben zu; ſo wird dieſe Bewäſſerungsanſtalt alsbald zur Entwäſſerungsanſtalt und erfüllt zwei Zwecke zugleich.

Selten oder nie kann die Bewäſſerung auf einer ausgedehnten Fläche gleichzeitig geſchehen, weil hierzu eine größere Menge Waſſers erfordert wird, als der Anſtalt zu Gebote ſteht und als die Zuleitungsgräben herbeizuführen im Stande ſind; es iſt daher ein Austheilen — ein Bewäſſern einzelner Theile und ein Fortſchreiten von einem Theile zum anderen erforderlich, und zwar in den verſchiedenſten Theilungsverhältniſſen, weil ſich dieſe Abtheilungen genau nach der Quantität des augenblicklich vorhandenen Bewäſſerungswaſſers abmeſſen müſſen.

Dieſes Theilen kann mit der oben beſchriebenen Einrichtung ebenfalls mit großer Leichtigkeit geſchehen; man kann nämlich durch das Oeffnen nur einer Schütze die Bewäſſerung durch nur eine Krippe bewirken; auch kann durch theilweiſes Oeffnen und Zuſtellen dieſer einen Krippe mit einem beliebigen Theile derſelben gewäſſert werden.

Obwohl dieſes Verfahren auf ganz flachen Wieſenflächen ebenfalls das angemeſſenſte iſt, ſo kann doch eine eigentliche Ueberrieſelung damit nicht bewirkt werden, es verbreitet ſich vielmehr das Waſſer über die ganze Fläche und ſenkt ſich allmählig in den unterhalb gelegenen Entwäſſerungsgraben; dagegen wird

Digitized by Google

die Entwässerung sehr vollständig vollzogen, sobald man die Staufteine entfernt und die oberen Schützen schließt. Da jedoch der Erfahrung gemäß das Ueberrieseln größere Vortheile bringt, so hat man dasselbe durch den künstlichen Wiesenbau da, wo es nur theilweise geschehen konnte, auf die ganze Fläche auszudehnen gesucht, und da, wo es gar nicht statt finden konnte, ebenfalls hergestellt.

Ersteres geschieht auf muldenförmigen Flächen, wo zunächst dem Oberrande der Wiese ein beträchtliches Gefälle vorkömmt und nach dem Entwässerungsgraben hin — in der Mitte des Thales — die Fläche flach wird, dadurch, daß man durch Auffüllung den zwischen dem Ober- und Unterrande in der Mitte gelegenen Theil der Wiese erhöht, die Gesammtneigung auf die Breite der Fläche gleich vertheilt, also aus der ganzen Wiese eine möglichst gleichmäßig geneigte Fläche bildet; diese Einrichtung nennt man den Hangbau.

Fehlt es dagegen gänzlich an derjenigen Neigung, welche zu ihrer Ueberrieselung nach ihrer Breite vom Be- bis zum Entwässerungsgraben nöthig ist, so kann diese Ueberrieselung dennoch realisirt werden durch den Rückenbau.

Bei diesem Bau werden nach Fig. 19 aus der Fläche lauter Rücken gebildet, den Ackerbeeten ähnlich; sie erhalten eine Höhe von 4 bis 8 Zoll und eine Breite von etwa 24 Fuß.

Mit dem Hauptbewässerungsgraben a a stehen die auf den Rücken horizontal oder mit nur sehr mäßigem Gefälle hinlaufenden Bewässerungsgräben b b, b b ꝛc. durch kleine Staue in Verbindung; werden diese Staue geöffnet, so gießen diese Gräben ihr Wasser über beide Seiten der Rücken aus, und die ebenfalls nur weniges Gefälle habenden Entwässerungsgräben c c, c c ꝛc. führen dasselbe dem Hauptentwässerungsgraben d d zu.

Diese künstliche Wiesenbaue erfordern eine gänzliche Umwandlung der Wiesenflächen, und obwohl sie bei zweckmäßiger Behandlung die auf sie verwendeten Kosten verzinsen, so ist ihr ökonomischer Effekt doch keineswegs mit jenem der allgemeineren

Digitized by Google

Einführung der einfachen Bewässerung natürlicher Wiesenflächen zu vergleichen.

Ohne weiteren Aufwand läßt sich der Rückenbau anwenden, wenn in einem ausgetrockneten Sümpfe einige Jahre Hafer gebaut und dabei mit dem Pfluge Ackerbeete in den Richtungen gebildet werden, wie sie das später auszuführende Bewässerungssystem verlangt; wird auf diese Beete die Graseinsaat bewirkt, so war hierbei weder ein besonderer Aufwand für die Bildung der Rücken, noch das Zerstören einer bereits vorhandenen Grasnarbe nöthig, wie dies unter andern Umständen bei dem künstlichen Wiesenbaue unvermeidlich ist.

§. 5. Bewässerungsperioden.

Noch will ich hier die Zeit, Dauer und Stärke der Bewässerung aufführen, weil nur durch die genaue Kenntniß des Gebrauches, der von einer Anstalt zu machen ist, diese Anstalt selbst zweckmäßig geschaffen werden kann*).

„1. Nach dem Abfahren des Heues bleibt die Wiese 8 Tage trocken liegen, hernach aber ist es gut, sie zu bewässern, und hiermit so lange fortzufahren, als trockene Witterung ist und warme Nächte eintreten. Zu dieser Zeit wird nicht bei Tag, sondern eine Nacht um die andere gewässert.

„2. Ueberhaupt darf während der warmen Jahreszeit niemals bei Tage gewässert werden, damit die Sonne die Nachts gewässerten Wiesen wieder erwärmen und den Graswuchs befördern kann.

„3. Sobald das Grummet von der Wiese ist, bleibt solche einige Wochen trocken liegen. Während dieser Zeit werden alle der Wässerung wegen angelegten Gräben in vollkommenen Stand gesetzt, und die etwaigen Erhöhungen und Vertiefungen geebnet; diese Vorkehrungen sind durchaus erforderlich, denn nunmehr rückt die beste Zeit der Wässerung heran, und diese ist

„4. zu Ende Oktober oder im November, weil alsdann

*) Aus Pohl's Archiv, 26. Band.

Digitized by Google

gewöhnlich eine Fluth eintritt; das Wasser derselben ist nämlich das beste, welches das ganze Jahr hindurch auf die Wiese kommen kann, weshalb es auf das sorgfältigste Tag und Nacht benutzt werden muß, weil es den Dünger aus den höheren Gegenden mitbringt und Erde und Wasser noch warm sind.

„5. Auch im Winter kann gewässert werden, jedoch mit Vorsicht. Klares Wasser darf alsdann nur auf moosige Wiesen gelassen werden; nur diesen ist es nützlich, weil es das Moos vertilgt, an dessen Stelle dann bei fortgesetzter zweckmäßiger Behandlung gute Grasarten wachsen; dagegen ist helles Wasser den guten Wiesen im Winter schädlich, weil die Graswurzeln eher erfrieren, als wenn sie trocken bleiben. Süße, trockene Wiesen leiden im Winter, wenn sie bei strenger Kälte nur von Zeit zu Zeit gewässert werden, die besseren Grasarten sind zart und vertragen selbst eher immerfort Wasser oder Eis, als abwechselnde Trockenheit und Nässe. Stellen sich aber im Winter Fluthen ein, so sind die Wiesen ohne Anstand zu wässern, der von solchen zugeführt werdende und auf den Wiesen zurückbleibende Dünger bringt weit mehr Nutzen, als der Frost Schaden erwarten läßt.

„6. Mit noch weit größerer Vorsicht ist das Wässern im Anfange des Frühlings zu betreiben. Wasser und Erde sind alsdann in der Regel kalt, mithin nicht geeignet, die Fruchtbarkeit zu befördern, vielmehr ist die Folge der Wässerung, daß die alsdann von der Sonne geweckten zarten Keime erfrieren. Dies gilt jedoch hauptsächlich vom Monate März, als in welchem gar nicht gewässert werden soll.

„7. Im April sind dagegen alle Wiesen, und zwar vorzüglich die trockenen, zu wässern. Die Regel ist, denselben alsdann 48 Stunden Wasser zu geben und es ihnen alsdann wieder 24 Stunden zu entziehen. Sie empfangen dadurch Dung und Nässe, auch bewirkt diese Abwechslung, daß keine Sumpfpflanzen, sondern gute Grasarten entstehen. Uebrigens ist auch in diesem Monate jede Fluth ohne Berücksichtigung der gedachten Abwechslung zu benutzen. Im Monate Mai darf aber in der Regel

Digitized by Google

gar nicht gewässert werden, indem die frühere Wässerung bewirken muß, daß in diesem Monate durch die eintretende Wärme der Graswuchs ohnehin freudig von Statten geht. Nur eine anhaltende Trockenheit kann eine Ausnahme auch um deswillen erlauben, damit der sich früher angesetzte Dünger angefeuchtet und gleichsam gereizt wird, den Grasarten Nahrung zu geben.

„Eben so verhält es sich im Monate Juni, nur darf in diesen beiden Monaten nicht zur Fluthzeit gewässert werden, weil das Gras sonst mit Schlamm überzogen wird. Klares Wasser zur Nachtzeit über die Wiese gelassen, wenn es 8 bis 10 Tage nicht geregnet hat, ist dagegen dem Graswuchse förderlich.“

§. 6. Ausdehnung der Bewässerungsanstalten auf ganze Thäler oder Gemeindemarkungen.

Eine nähere Betrachtung dieses Gegenstandes, so wie der großen Zerstückelung und der Unregelmäßigkeit der Grenzen der den einzelnen Eigenthümern angehörigen Wiesen, muß zur Ueberzeugung führen, daß in den meisten Fällen nur dann der ganze verheißene Vortheil von den Wiesenbewässerungen gezogen werden kann, wenn dieselben als ganzen Gemeinden angehörige gemeinschaftliche Anstalten geschaffen und unterhalten werden. Die bestehenden Bewässerungen liefern hierzu den deutlichsten Beweis, indem sie entweder sehr großen Gutsbesitzern, welche über ausgedehnte, unzerstückelte Wiesenflächen verfügen können, oder Gemeinheiten angehören, und durch einzelne Private nur unter besonders günstigen Ortsverhältnissen hie und da eine kleine Bewässerung zu Stande gekommen ist, welche, einzeln dastehend, nur den Wunsch belebt, daß sich ihre Wohlthat weiter verbreiten möge.

Die aus diesen Gründen durch Landesgesetze zu unterstützenden allgemeinen Bewässerungsanstalten würden in den gewöhnlichen muldenförmigen Thälern nach Fig. 20 einzurichten sein.

a a sei ein Bach oder kleiner Fluß und b b, b b die Begrenzung des Wiesenthales, so würde von einem bei c erbauten

Staue das Wasser in den beiden Zuleitungs- und Bewässerungsgräben d d, d d mit geringem Gefälle nach den Begrenzungen b b, b b in die daselbst anzulegenden Hauptbewässerungsgräben zu führen sein, aus diesen würde das Wiesenthal in einer mit der vorhandenen Wassermasse im Verhältnisse stehenden Länge zu bewässern sein, und unterhalb dieser Länge wäre ein zweiter Stau bei e anzulegen.

In andern Lokalverhältnissen werden sich leicht die durch sie bedingten Abänderungen treffen lassen.

§. 7. Ausdehnung der Bewässerungsanstalten auf Acker- und Grabland.

Bei der Anwendung der Bewässerung auf Acker- und Grabland sind die oben beschriebenen Anstalten in Beziehung auf die Zuleitung des Wassers, auf die Vertheilung desselben, so wie auf die Ausdehnung dieser Anstalten über große Flächen, ganz dieselben; nur wird hierbei keine Rücksicht genommen auf die Zuführung von Düngertheilen, da hier nur die Erfrischung oder Anfeuchtung des Bodens beabsichtigt wird.

Das §. 4 beschriebene Grabensystem ist auf Ackerflächen ebenfalls anwendbar, nur daß an die Stelle der horizontalen Bewässerungsgräbchen die zwischen den Ackerbeeten gelegenen Furchen treten, welche blos von den vertikalen Krippen senkrecht durchschnitten werden und von ihnen das Bewässerungswasser empfangen.

Die Vertheilung des Wassers muß hier mit großer Vorsicht geschehen, damit es nirgends mit Gewalt über den aufgelockerten Boden hinströmt und die Ackererde abflößt, oder gar Furchen ausreißt und die Wurzeln der Gewächse entblößt; deshalb kann die Bewässerung auf frischer Saat nur bei Tage und unter beständiger Aufsicht ausgeführt werden.

Da die Ackerfurchen gewöhnlich von der horizontalen Lage etwas abweichen, so wird an dem höheren Ende das Wasser hineingeleitet, welches dann am tieferen wieder in die daselbst anschließende Krippe herausläuft.

Digitized by Google

Diese Leitung wird ebenfalls mit flachen Staustein oder Rasenstücken vollzogen.

Die Bewässerung geschieht zuerst, wenn es der neuen Saat an der zum Keimen und Aufgehen nöthigen Feuchtigkeit fehlt, dann zu allen Zeiten während ihrem Hervorwachsen, so oft anhaltende Dürre eintritt, dann endlich vor dem Pflügen des Bodens, wenn er zu hart ist.

Der ökonomische Effekt der Bewässerungsanstalten ergibt sich, wenn man den früheren Ertrag der betreffenden Ländereien von dem späteren, nach der Bewässerung erzielten Ertrage abzieht, und von diesem Ueberschuß abermals die Zinsen des Anlagekapitals nebst den Unterhaltungskosten der betreffenden Anstalten zurückrechnet; er ist in den meisten Fällen von unglaublicher Größe, und es gibt wahrscheinlich im civilisirten Europa keine Art, Gelder anzulegen, welche so große Renten verheißt, wie diese. Den Beweis liefert jede Vergleichung des Ertrages von bewässerten mit jenem unbewässerter Grundstücke gleicher Bodenart und Lage. Zum Ueberflusse will ich aus dem 2ten Theile der Memoiren der Königl. Centralgesellschaft des Ackerbaues in Paris ein Beispiel anführen.

Im Jahre 1772 legte François Duport le Pontcharra Des-Herbeys im Departement der hohen Alpen eine Bewässerungsanstalt größtentheils zur Erhöhung der Fruchtbarkeit von sandigem Getreideboden an; welcher vor der Bewässerung einen

Werth hatte von	46,800	Franken.
Die Anlegung der Bewässerungsanstalt verursachte einen Aufwand von	75,000	"
Der Werth der bewässerten Fläche betrug hierauf	1,440,000	"
Es war demnach der frühere Werth durch die betreffende Anlage erhöhet worden um	1,393,200	"

Digitized by Google

Achter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen.

§. 1. Einleitung.

Das Wasser bedarf zu seiner Fortbewegung nur eines sehr geringen Gefälles, denn schon die geringste Abweichung seiner Oberfläche von der Horizontalebene hebt das Gleichgewicht seiner Theilchen auf und treibt sie nach der tieferen Stelle; jedoch erfolgt diese Bewegung bei ganz kleinem Gefälle nur sehr langsam, weil die Adhäsion der Bahn oder berührten Fläche diese Bewegung verzögert; auch erfolgt die Zunahme der Geschwindigkeit nicht im gleichen Verhältnisse mit der Vergrößerung des Gefälles, sondern im Verhältnisse der Quadratwurzeln aus jener Vergrößerung; es haben daher die Wasserbette nach Maasgabe der größeren oder kleineren Einwirkung der Adhäsion, und ihres größeren oder kleineren Profiles im Verhältnisse zu der abzuführenden Wassermenge, ein Gefälle von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{1000}$ ihrer Länge, ja bei größeren Flüssen noch weniger, nöthig.

Ueber alles Gefälle, welches die Erhebung der Gebirge und der hohen Erdflächen den von ihnen herabfließenden Gewässern mehr mittheilt, und welches nicht zu anderen menschlichen Zwecken in Anspruch genommen wird, kann daher für die hier in Rede stehenden Anstalten verfügt werden.

Bei der Benutzung des Gefälles der Gewässer zum Betriebe von Maschinen werden sie auf Wasserräder geleitet, welche sie während ihrem Herabstürzen von der an deren Standort konzentrirten Fallhöhe umdrehen. Nach Maasgabe dieser Fallhöhe läßt man das Wasser entweder vom Scheitel des Rades in die an seinem Umfange angebrachten Zellen fallen und nennt sie überschlüchtige Räder, oder man leitet es in der halben Höhe der Räder in Zellen, welche in einem Gerinne laufen, und

Digitized by Google

nennt sie mittelschlüchtige oder Sackräder; endlich leitet man das Wasser in Gerinne, in welchen sich die am Umfange von Rädern befindliche Schaufeln bewegen, deren Durchmesser mehr als das Doppelte der Fallhöhe beträgt, und nennt sie unterschlüchtige Räder.

Da hierbei das Wasser hauptsächlich nur mit seinem Gewichte und weniger mittelst des Stoßes wirkt, so ergibt sich der Effekt jedes solchen Wasserfalles sehr nahe aus der Vermehrung der Wassermenge mit der Fallhöhe *).

Hieraus ergibt sich, daß die Vermehrung der Wassermenge eben sowohl, als jene der Fallhöhe, den Effekt vergrößert. Zur vollständigen Benutzung dieses Effektes wird aber erfordert, daß bei unterschlüchtigen Rädern die Schaufeln genauer in die Mahlgerinne anschließen, als dies gewöhnlich der Fall ist.

Diese Wasserräder können als Urkraft zur Bewegung aller Arten von Maschinen benutzt werden, welche ihren Standort nicht zu verändern brauchen; man hat sie daher schon sehr frühe zum Betriebe von Getreide-, Oel-, Säge-, Papier-, Pulver-, Loh-, Walk- und Schleifmühlen benutzt, ferner hat man sie angewendet zu Pumpenwerken, zum Heben und Fortbewegen von Lasten, zu Hammerwerken, so wie zu mechanischen Verrichtungen aller Art in neueren Fabrikanstalten.

Zu allem diesem bietet die Natur dem Menschen kein wohlfeileres Hülfsmittel dar, als das Gefälle des Wassers. Zur näheren Erläuterung dieses Satzes führe ich Folgendes aus dem Septemberhefte des polytechnischen Journals von 1825 hier an.

„Die HH. Professoren Leslie und Jameson stellen in einem Aufsatze über die Benutzung eines Theiles des Leith im Edinbourgh philosophical Journal, Julius 1825, folgende Parallele auf.

---

*) Da es bei der populären Tendenz dieser Schrift hauptsächlich darauf ankommt, auf die möglichst einfache Art einen Ueberblick über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse zu verschaffen, so habe ich mir erlaubt, über diesen verwickelten Gegenstand diese eigenthümliche Erklärung zu geben, da sie leicht begriffen werden kann und der Wahrheit sehr nahe liegt.

Digitized by Google

„Die Wirkung einer Dampfmaschine von der Kraft von 20 Pferden ist genau der Wirkung des Stoßes von 1000 Kubikfuß Wasser gleich, welches in einer Minute von einer Höhe von 10 Fuß herabfällt. Nun kostet aber eine Dampfmaschine von dieser Kraft, bei der möglichst großen Ersparniß, jährlich 1000 Pfund (12,000 fl. rheinl.), also kann jede Wasserleitung (in England) mit Vortheil unternommen werden, die eine ähnliche Menge Wassers liefert und weniger kostet.“

Da jedoch der nach obiger Darstellung nöthige Wassersturz in der Natur nur selten und an den für die betreffenden Zwecke benutzbaren Stellen nie vorkömmt, so ist es nöthig, daß in die Bette derjenigen Gewässer, deren Gefälle zu einer solchen Anstalt benutzt werden soll, Staue angelegt, und entweder unmittelbar an diese Staue oder in einiger Entfernung unterhalb denselben die betreffende Anstalt errichtet werde. Mit diesem unmittelbaren Anschließen sind folgende Nachtheile verbunden.

1. Das für die betreffende Anstalt zu benutzende Gefälle beträgt alsdann nur so viel, als die Aufstauung im Flußbette beträgt; wogegen bei der Ableitung des Wassers durch einen Zu- und Ableitungsgraben, welchem alsdann ein nur sehr mäßiges Gefälle gegeben wird, noch dasjenige Gefälle zum Besten der Anstalt benutzt werden kann, welches das natürliche Flußbett in derjenigen Strecke, in welcher der abgeleitete Graben neben ihr hinzieht, mehr besitzt, als dieser Graben.

2. Ist bei dem unmittelbaren Anschließen der betreffenden Anstalt diese den Gefahren des Eisganges und der Hochwässer mehr blosgestellt, als bei der Entfernung derselben von dem natürlichen Bette.

Dagegen sind wiederum mit dieser Entfernung folgende Nachtheile verbunden.

1. Macht sie die Anlegung von einem Zu- und Ableitungsgraben und dessen Unterhaltung nothwendig; letztere ist aus dem Grunde mit Aufwand verbunden, weil das Flußwasser in demselben mit geringerer Geschwindigkeit fließt, als im Flußbette, und daher einen beträchtlichen Theil seines Materials in dem-

Digitized by Google

selben zu Boden sinken läßt, weshalb ein öfteres Reinigen nöthig wird.

2. Können die mit dem Stau im Flusse zu verbindenden Fluthschleußen nicht so gut beaufsichtiget und zu rechter Zeit gezogen werden, wenn die mit der betreffenden Anstalt zu verbindende Wohnung von diesem Staue weit entfernt gelegen ist.

Die Natur der Verhältnisse hat indessen diesen Gegenstand beinahe allenthalben folgendergestalt geregelt.

Die in Gebirgsgegenden vorkommenden Bäche haben oft ein sehr starkes Gefälle, welches zur Benutzung auf oberschlüchtige Räder eine Ableitung von weit oberhalb der zu betreibenden Maschine aus dem natürlichen Bette erheischt.

Die Kleinheit des Grabenprofiles erleichtert hier dessen Reinhaltung, und das Ziehen von Fluthschleußen kommt in solchen Oertlichkeiten entweder gar nicht vor, oder ist doch von nur geringer Wichtigkeit.

Dagegen kann bei dem geringen Gefälle, welches größere Flußbette gewöhnlich haben, durch die neben ihnen hergeführten Kunstgräben wenig gewonnen werden; man hat sich daher hier gewöhnlich mit dem Wasserfalle begnügen müssen, welcher durch den Stau im Bette erzeugt wurde, und hat daher die Mühlen entweder unmittelbar an diesen Stau oder in nur geringer Entfernung von demselben angelegt, und somit hat man die Anlegung von Kunstgräben entweder ganz vermieden, oder ihre Länge sehr eingeschränkt, und hierbei blieb auch die nähere Beaufsichtigung der im Stau anzulegenden Fluthschleußen, welche bei solchen Flüssen sehr nöthig waren, ausführbar.

§. 2. Rücksichten, welche bei der Anlegung der Staue auf die Entwässerung der Flußgebiete zu nehmen sind.

In dem I. nnd V. Abschnitte haben wir die Natur der Flußbette kennen gelernt, und daraus ersehen, wie jeder in denselben befindliche Stau der natürlichen Selbstaushöhlung und Reinigung derselben Schranken setzen, bei Flüssen mit abneh-

Digitized by Google

mender Geschwindigkeit die vollständige Abführung der Fluthen noch mehr verhindern und die Ueberschwemmungen vermehren müsse. —

Doch wir müssen diese Verhältnisse einzeln ins Auge fassen. Nur diejenige Wassermenge kann den Mühlrädern zugewendet und von ihnen benutzt werden, welche gewöhnlich in den Bach- oder Flußbetten vorkommt; denn die Benutzung der nur wenige Tage im Jahre eintretenden Fluth würde Anstalten nöthig machen, welche sich wegen der Seltenheit ihres Gebrauches nicht rentiren würden; auch müssen unter- und mittelschlüchtige Räder zur Fluthzeit, wegen des sich unter ihnen erhöhenden Wasserstandes, in welchen sich der untere Theil dieser Räder eintaucht, stille stehen. Es werden daher die betreffenden Staue gewöhnlich so eingerichtet, daß sie zwar das ganze Bett durchschneiden und das Wasser aus dem Bette in den Kunstgraben einzutreten zwingen, daß aber ihre Höhe nur so weit emporsteigt, als zur Zurückhaltung der im Bette gewöhnlich vorkommenden Wassermenge nöthig ist, und alles übrige oder Fluthwasser über ihren Scheitel stürzt und dem natürlichen Bette folgt.

Tritt ein Bach aus einer Gebirgsschlucht hervor, und wird sein gewöhnliches Wasser mittelst eines Staues aus seinem Bette heraus in einen Kunstgraben geleitet, so hat dies für den oberhalb gelegenen Theil der Schlucht keinen Nachtheil, indem die dadurch bewirkte Erhöhung des Wasserspiegels weder Versumpfung erzeugen, noch nachtheilige Ueberschwemmungen hervorbringen kann.

So lange daher ein solcher Stau das Fluthwasser noch nicht auf werthvolle Flächen treibt und ihnen durch Versumpfung oder Ueberschwemmung schadet, so lange ist die Anlegung und Erhöhung desselben ohne allen Nachtheil für die Entwässerung des betreffenden Flußgebietes.

Wird dagegen ein solcher Stau in das Bett eines Baches oder Flusses angelegt, welcher ein flaches Thal durchschneidet, so kann er sowohl Versumpfung, als schädliche Ueberschwemmung hervorbringen. Erstere entsteht, wenn der Scheitel des Staues

den Wasserspiegel des betreffenden Gewässers fortwährend bis zu weniger als 1 Fuß unter die oberhalb gelegene Thalfläche treibt; letztere, wenn der Stau das Austreten der Fluth zu solchen Zeiten und in einem solchen Maase veranlaßt, wodurch für die oberhalb gelegene Thalfläche schädliche Ueberschwemmungen entstehen.

Da es der Zweck der gegenwärtigen Untersuchung ist, die Frage zu beantworten, auf welche Weise von den Gewässern ein möglichst großer Nutzen gezogen werden kann, ohne ihrer Hauptbestimmung — der Entwässerung ihrer Flußgebiete — zu nahe zu treten: so haben wir hier eine Einrichtung aufzusuchen, wodurch dieser Zweck möglichst vollständig erreicht wird.

Dies würde dadurch geschehen können, daß der Scheitel des Staues auf diejenige Höhe gelegt würde, welche die Rücksicht für Verhütung von Versumpfungen erlaubt, und jede über das gewöhnliche Maas zutretende Wassermenge durch in diesen Stau anzubringende Fluthöffnungen abgeführt würde, so weit nämlich solche Oeffnungen dies bewirken könnten; denn bei hoher Fluth würde selbst die gänzliche Hinwegnehmung des Staues die schon früher stattgehabte Ueberschwemmung nicht verhindern können.

Soll jedoch hierbei das Interesse der Landwirthschaft nicht gefährdet werden, so sind hiermit solche technische und polizeiliche Einrichtungen zu verbinden, wodurch das Oeffnen der Staue bei eintretendem Steigen des Wasserspiegels des betreffenden Gewässers unfehlbar erfolgen muß *).

Mittelst der technischen Einrichtung muß an allen Gewässern, welche schon früher schädliche Ueberschwemmungen hervorbrachten, oder welche auch bei der gänzlichen Entfernung der Staue dergleichen hervorbringen würden, die ganzen Staue aus lauter Fluthöffnungen bestehen, deren Schützen nach Maasgabe des Anwachsens der Fluth sowohl theilweise, als gänzlich hinweggenommen werden können; wo dagegen früher keine schädlichen

*) Ueber diese polizeilichen Einrichtungen wird das Nähere im X. Abschnitte vorkommen.

Ueberschwemmungen vorkamen und dergleichen nur durch den betreffenden Stau veranlaßt werden würden, da kann eine theilweise Oeffnung genügen, und ist in diesem Falle nur ein Theil desselben mit Fluthschleußen zu versehen nothwendig.

Das im V. Abschnitte beschriebene Selbstreinigen der Flußbette durch die höchsten Fluthen wird bei dieser Einrichtung nur wenig gestört, indem zur Fluthzeit da, wo dies von Wichtigkeit ist, die ganzen Staue entfernt werden *).

Stellen wir diesem bereits theilweise ins Leben getretenen Ideale die früher bestandene und größtentheils noch bestehende Wirklichkeit gegenüber.

Von dem vielen, ohne Nachtheil der Thäler, zum Betriebe von Maschinen benutzbaren Gefälle der Gewässer wurde nur ein kleiner Theil hierzu wirklich angewendet; wo dagegen einmal die Anlegung eines Staues gestattet war, da benutzte ihn sein Eigenthümer gewöhnlich zum Nachtheile des oberhalb gelegenen Thales. Der Stau wurde ohne Fluthöffnungen als Ueberfallwehr konstruirt, und seine Höhe so bestimmt, daß er zwar ursprünglich keine Versumpfung erzeugte, allein schädliche Ueberschwemmungen und die Verhinderung der Selbstreinigung des Bettes konnten hierbei nicht vermieden werden. Sein Eigenthümer erhöhte ihn, in Ermangelung einer geregelten gesetzlichen Einschränkung, bei jeder Gelegenheit, und verwandelte oft ganze Thalstrecken in Sümpfe. Traten die benachtheiligten Güterbesitzer mit ihren Klagen vor die Gerichte, so wurden sie in kostspielige und langwierige Prozesse verwickelt, welche, so wie jene, die wegen solcher Stauerhöhungen die Müller unter sich erhoben, selten zu einem sachgemäßen Spruche gelangten, weil es in den Gesetzen an angemessenen Bestimmungen und bei der

*) Das hier in Beziehung auf die Stauungen zum Behufe des Betriebes von Maschinen Angeführte findet auch volle Anwendung auf alle Stauungen zum Behufe der im vorigen Abschnitte beschriebenen Bewässerung, so wie auf alle jene, welche nach dem folgenden Abschnitte zur Verbesserung und Ausdehnung der Schiffahrt anzulegen sind.

Digitized by Google

Einholung von Gutachten auch gewöhnlich an wahren Sachkennern fehlte *).

§. 3. Lage, Größe und Construktion der Stauwerke.

Nach der obigen Darstellung würden Ueberfallwehre nur in Bäche von Gebirgsschluchten und stark abfallender Thäler, Wehre mit Schleußenöffnungen in größere Bäche und kleinere Flüsse von Thälern mit starkem Gefälle, Schleußenwehre oder Wehre, welche aus lauter Schleußenöffnungen bestehen, aber in kleine und mittelgroße Flüsse und in Bäche von flachen Thälern angelegt werden müssen.

Dagegen ist in größeren Flüssen gewöhnlich das Gefälle zu klein, um es mittelst Ableitungen oder Stauungen zum Betriebe von Maschinen benutzen zu können; auch sind daselbst die Staue zu kostspielig und der Gewalt starker Eisgänge zu sehr blosgestellt. Die einzige angemessene Art der Benutzung des darin vorkommenden Gefälles geschieht daher mittelst der Anwendung von Schiffmühlen.

Man hat für Ueberfallwehre eine die Normalbreite des Flusses überschreitende Länge vorgeschrieben, damit das über ihren Scheitel fallende Wasser sich auf eine große Länge ausdehnen und daher den rückwärts liegenden Wasserspiegel nicht so sehr erhöhen möge, als dies bei einem kürzeren Ueberfalle geschehen würde; werden indessen nach den obigen Grundsätzen nur da Ueberfallwehre angelegt, wo diese Erhöhung mit keinem Nachtheile verbunden ist, so ist auch diese Verlängerung nicht nöthig, und es können hiernach alle Stauwerke in Flußstrecken, welche wenigstens die Normalbreite besitzen, winkelrecht auf die Axen der Bette oder den Stromstrich angelegt werden, wobei dann jedesmal die Breite des Bettes ihre Länge bestimmen wird.

---

*) Ueber diesen Gegenstand verdient übrigens nachgelesen zu werden die Einleitung zu Scheyer's praktisch-ökonomischer Wasserbaukunst und das 13te Kapitel in dessen praktischem Wehrbaue.

Digitized by Google

Hiermit werden auch jene Schwierigkeiten vermieden, welche in Beziehung auf die zweckmäßige Lage der langen Wehre eintreten, da bei einer schiefen Lage die Ueberfallwehre die Fluth wider das jenseitige Ufer werfen und dessen Abbruch verursachen.

Bei der Wahl des Orts und der Anordnung der Verbindung des Kunstgrabens mit dem natürlichen Bette treten noch folgende Rücksichten ein.

1. Vor Allem ist darauf zu sehen, daß die gerade Richtung des Stromes durch den Stau nicht unterbrochen werde, und nicht etwa, wie dies zuweilen vorkommt, der Kunstgraben in jene Richtung gelegt wird, während das Fluthbett sich in einem rechten Winkel anschließt; denn die Hauptrücksicht gebührt dem Fluthstrome, wogegen eine mäßige Biegung an der Einmündung des Kunstgrabens keine bedeutende Nachtheile bringt.

2. Da, wie wir im I. und V. Abschnitte gesehen haben, die Flußbette, besonders in ihren Krümmungen, in Hinsicht ihrer Direktion beständigem Wechsel unterworfen sind, so ist bei der Wahl des Standortes jedes, an einem Flusse zu errichtenden, unverrückbaren Bauwerkes eine möglichst regelmäßige Stelle aufzusuchen, oder sogleich die zur Sicherung der anschließenden, den Angriffen des Stromes ausgesetzten, Ufer nöthigen Maasregeln mit der Anlage der betreffenden Bauwerke, also auch der Staue, in Verbindung zu bringen.

Da es nicht im Plane dieser Schrift liegt, eine genaue Anleitung zur Erbauung von dergleichen bereits sehr bekannter Bauwerke zu ertheilen, so füge ich hier nur einige Andeutungen über die Anordnung und Construktion derselben an.

1. Die einfachste Construktion kleiner Ueberfallwehre ist eine Spundplankenwand, welche sich in die beiderseitigen Ufer fortsetzt, mit einer Kronschwelle als Scheitel, davor geschütteten Grand, dessen Poren sich nach einiger Durchfiltrirung mit feinem Schlick füllen, und einem losen Steinwurfe oder einem Pflaster aus großen Steinen unterhalb der gedachten

Digitized by Google

Plankenwand zur Verhütung der Auskolkung des Fußes dieses Wehres *).

2. Bei der Anlegung größerer Ueberfallwehre würde eine einfache Spundplankenwand dem Drucke des oberhalb angeschütteten Grandes nicht lange widerstehen können; es werden daher bei diesen zwei dergleichen Wände in einer Entfernung von 4 bis 6 Fuß eingeschlagen, der Zwischenraum wird mit Thon ausgestampft; alsdann wird dieser Damm eben so, wie die oben beschriebene Plankenwand, mit Grand hinterfüllt und an seinem Fuße mittelst eines Pflasters oder Steinwurfes geschützt.

3. Kostspieliger ist die Construktion aus Stein; besteht hier nicht das Flußbett aus Felsen, so wird das Wehr auf einen mit einer Spundplankenwand geschützten Pfahlrost gegründet, und aus großen, jedoch nur rauh behauenen Quadersteinen gebildet, welche nach der unteren Seite eine 1 bis 1¼ füßige Abdachung erhalten und mit hydraulischem Mörtel **) gut verbunden werden. Diese Wehre werden dann eben so, wie die

*) Bei der Beurtheilung dieser Andeutungen bitte ich, den besondern Gesichtspunkt zu berücksichtigen, welcher im II. Abschnitte entwickelt wurde, wonach auch derjenige Aufwand zu vermeiden ist, durch welchen zwar die Bauwerke an Dauer gewinnen, welcher aber wegen seiner verhältnißmäßig geringen Einwirkung auf den vorgesetzten Zweck dem ökonomischen Effekte nachtheilig ist.

Nur derjenige Techniker wird wahrhaft nützlich erscheinen, der immer die einfachsten und wohlfeilsten Mittel anwendet, womit der Zweck mit einiger Sicherheit erreicht werden kann. Der drei- und mehrfache Aufwand, den selbst sehr ausgezeichnete Männer zur Entfernung aller kaum denkbarer Gefahren, welche ihre Werke im Laufe der Zeiten bedrohen könnten, vorschreiben, hat unserem Zwecke weit mehr geschadet, als wenn unter 100 mit zweckmäßiger Ersparniß errichteten Werken, wegen dem Eintritte eines unwahrscheinlichen Ereignisses, eines derselben nach wenigen Jahren wieder einstürzte und die wiederholte Aufbauung nothwendig wurde.

**) Ueber hydraulischen Mörtel lese man „Neue Versuche über den Kalk und Mörtel, von L. J. Vicat und Andern;" aus dem Französischen. Berlin, 1825.

Digitized by Google

obigen, oberhalb mit Grand hinterfüllt und unterhalb mit einem Steinfuße versehen.

4. Bei allen diesen Ueberfallwehren sind die beiderseitigen Ufer in der Strecke, wo das Wasser mit stärkerer Geschwindigkeit fließt und überstürzt, sorgfältig gegen den Abbruch zu verwahren; steinerne Wehre erhalten daher zu beiden Seiten senkrechte Stützmauern, jedoch nur in der Höhe des Wasserstromes.

5. Soll ein Schleußenwehr der Abführung der Fluth und der Selbstreinigung des Flußbettes möglichst wenige Hindernisse entgegensetzen, so muß es, wenn seine sämmtliche Schützen geöffnet sind, den Querschnitt des Flusses darstellen.

Gewöhnlich sind die Querschnitte der Flüsse so flach, daß nach Fig. 21 eine horizontale Grundschwelle und senkrechte Seitenbegrenzungen sich mit diesen Querschnitten leicht vereinigen lassen, ohne ihren Inhalt bedeutend zu beschränken. Ist dagegen ein Querschnitt in der Mitte mehr ausgehöhlt, oder wird das Wehr in einen, nach den im V. Abschnitte entwickelten Grundsätzen ausgegrabenen, Durchstich angelegt, so erhält dasselbe die in Fig. 22 dargestellte Einrichtung, wonach in der Mitte eine winkelrechte, und zu beiden Seiten unten schräg abgeschnittene Schützen angewendet werden.

6. Die einfachste Art der Zusammensetzung eines solchen Schleußenwehrs in einem Bache oder kleinen Flusse, in welchem kein gefährlicher Eisgang vorkommt, ist folgende: Es werden nach Fig. 23 in Abständen, welche den Schützöffnungen gleich sind, Schleußenpfosten, und dann zwischen dieselben Spundplanken eingeschlagen; zwischen erstere und auf letztere werden Grundschwellen dicht über dem Grundbette des Flusses eingezapft, dann wird über der doppelten Höhe der Schützen eine durchlaufende Kronschwelle aufgezapft; die Grundschwelle und die Pfosten erhalten auf der nach oben gekehrten Seite Falzen, in welche sich die Schützen eindrücken, und auf- und abschieben lassen; über dem oberen Rande der Schützen, welcher die Stauhöhe bezeichnet, läuft ein Brett vor den Pfosten hin, welches an selbe befestigt ist, und worauf man hingeht, um zu den

Digitized by Google

Schützen, behufs des Aufziehens derselben, zu gelangen; dieses Brett ist über der Höhe der höchsten Fluth anzubringen. Jenseits der letzten Schleußenöffnung wird der noch übrige Querschnitt mittelst höher heraufreichender Spundplanken geschlossen.

7. In mittelgroßen Flüssen, wo die oben beschriebenen Pfosten durch den Druck des Wassers leicht umgebogen werden könnten, und wo schon einiger Eisgang vorkommt, werden nach Fig. 24 vor und hinter die Pfosten noch Pfähle eingeschlagen, auf welche Kronschwellen aufgezapft und Streben gegen die Pfosten errichtet, wovon die nach oben gerichteten zugleich als Eisbrecher dienen, und die zum Ziehen der Schleußen nöthigen Laufbrücken tragen.

8. Begünstigen die Verhältnisse die Anlegung von steinernen Schleußenwehren, so werden Pfeiler und Widerlagsmauern auf Pfahlrosten aufgeführt, wie bei der Anlegung von steinernen Pfeilern für hölzerne Brückenbahnen.

In der Linie, in welcher die Schützen angebracht werden sollen, und in welcher zu diesem Behufe Spunden in die Pfeiler eingehauen werden, wird eine Spundplankenwand durch die ganze Breite des Bettes und ohne Unterbrechung durch die Grundlage der Pfeiler eingeschlagen, auf welche die Grundschwellen der Schützen aufgezapft werden.

Die Pfeiler erhalten die zum Aufziehen der Schützen nöthige Höhe, und auf denselben wird eine Laufbrücke für das Oeffnen derselben angebracht, wenn nicht der hier vorkommende Verkehr die Verbindung einer regelmäßigen Brückenbahn mit dieser Stauanstalt räthlich macht.

9. Da die Grundschwellen der Schützenöffnungen höchstens nur einen Fuß über dem Grundbette vorstehen, und das Ueberfallen des Wassers, dem Zwecke dieser Schleußen gemäß, durch zeitliches Oeffnen der Schützen verhütet werden muß: so entsteht zwar in der Regel keine Veranlassung zur Auskolkung des Bettes unterhalb, und es würde deshalb auch eine zu deren Verhütung vorzunehmende kostspielige Sicherung des Bettes als überflüßig erscheinen, und ein schmales Pflaster oder ein mäßiger Steinwurf

Digitized by Google

dicht unterhalb der Schwellen genügen, welche jedoch in keinem Falle vor denselben vorstehen oder sich über dieselben erheben dürften. Da indessen das Ziehen der Schleußen bei plötzlich einfallender Fluth versäumt werden könnte, so ist eine bessere, auch einem längeren Ueberstürzen widerstehende Verwahrung des Grundbettes räthlich; in jedem Falle ist das Bett an dieser Stelle sorgfältig zu bewachen, und sobald sich eine Auskolkung zeigen sollte, ist sie alsbald mittelst eines losen Steinwurfes auszufüllen.

Leicht könnte sich während dem Verschlusse der Oeffnungen einiges Flußmaterial vor die Schützen lagern, dies würde das Ziehen derselben etwas erschweren, dasselbe wird jedoch nach dem Oeffnen alsbald von dem Strome hindurchgeführt werden; sollten aber bei der Wiedereinsetzung der Schützen die Falzen nicht offen sein, so müssen sie mittelst eines besonderen, an einem hölzernen Stiele befestigten, eisernen Instrumentes zuvor gereiniget werden.

10. Das Aufziehen kleiner Schützen ist mit wenigen Schwierigkeiten verbunden; man kann sie entweder aus freier Hand heben und senken, oder auch herausnehmen und wieder einsetzen, oder sie wie vor den Mahlgerinnen an Ketten hängen, welche sich auf oberhalb angebrachte Wellen aufwinden; sind sie dagegen größer, so erfordert dies Aufwinden mehr Kraft, als man durch jene Wellen anwenden kann; man läßt daher lange Schrauben oder gezahnte Eisenstangen, wie man sie an Winden findet, durch die obere Kronschwelle laufen, und schraubt oder windet sie dann durch diese Vorrichtungen in die Höhe.

Zu einem schnelleren Aufziehen großer Schützen schlägt Pechmann in seiner praktischen Anleitung zum Fußbaue (woselbst überhaupt der Wehrbau vortrefflich abgehandelt ist) folgendes sehr zweckmäßige Mittel vor.

Es wird eine oder zwei Leisten der Schützen nach Fig. 25 mit einer vertikalen Reihe von Löchern versehen, vor diesen Löchern, auf der zum Aufziehen der Schützen bestimmten Laufbrücke, befindet sich ein starker Balken, welcher zum Ruhepunkte

Digitized by Google

eines Hebels (wozu die in den Mahlmühlen gebräuchlichen Hebeisen benutzt werden können) dient, welcher in das oberste der Löcher gesteckt, die Schütze bis zum nächsten Loche emporhebt, auf welcher Höhe sie mittelst eines Sperrhakens erhalten wird, der in eine verzahnte Eisenschiene einfällt, die an einem der Ränder der Schütze angebracht ist. Der Hebel wird hierauf in das zweite Loch eingesteckt und so mittelst Fortgreifens mit diesem Hebel die ganze Höhe erreicht.

Zur Erleichterung des Aufziehens großer, vom Wasser stark angepreßter Schützen hat man auch Friktionsrollen in Anwendung gebracht. Diese können nur an den Schützen selbst ihre zweckmäßige Stelle finden, weil eine Menge derselben nöthig sein würde, wenn man sie an den Pfosten anbringen wollte, indem die fortbewegte Schütze die unteren verlassen und dafür andere zu erreichen haben würde; ferner dürfen bei ihrer Anwendung die Schützen nicht dicht an die Pfosten anschließen; dies verursacht aber einen empfindlichen Wasserverlust; diesem könnte indessen dadurch abgeholfen werden, wenn sich in der Bahn, auf welcher sie längs den Pfosten laufen, an den Stellen, wo die Rollen sich in dem Augenblicke befinden, in welchem die Schütze unten aufsitzt, also die Oeffnung schließt, kleine Vertiefungen befänden, in welche sich alsdann die Rollen einsenken und ein vollkommenes Anschließen der Schützen an die Pfosten gestatteten; erhielten diese Rollen einen Durchmesser von einem Fuß, so würden sie bei dem Ziehen der Schleuße sich leicht um ¼ Zoll aus diesen Vertiefungen herausheben und der Schleuße diesen Spielraum verschaffen.

11. Wo wegen der großen Breite der durchzulassenden Eisschollen die Oeffnungen eine solche Weite erhalten müssen, wie sie den Schützen nicht wohl gegeben werden kann, da kann zwischen 2 Schützen ein beweglicher Pfosten angebracht werden, welcher sich oben an die Kronschwelle anlehnt und unten nur durch einen Zapfen gehalten wird, mit welchem er in der Grundschwelle steht; wird derselbe daher mittelst einer Vorrichtung, wie die zuletzt beschriebene, nur wenig gehoben, so weicht er, so

Digitized by Google

wie die beiden ebenfalls aus ihren unteren Falzen zu hebenden Schützen, von seiner Stelle, und muß nebst den beiden Schützen durch Ketten oder Stricke am Fortschwimmen verhindert werden.

Zum Einsetzen dieser Pfosten müssen sie zwischen zwei Anhaltepunkten, wovon sich der eine an der oberen Kronschwelle und der andere an der Laufbrücke befindet, herabgelassen werden; zuvor muß mittelst einer Eisenstange das nach oben und nach vorne geöffnete Zapfenloch von dem darin befindlichen Flußkiese gereinigt werden.

Wird eins der hier zum Aufziehen der Schützen beschriebenen Mittel zweckmäßig angewendet, so gebührt ohnstreitig den Schützen vor den einzeln eingelegten Balken, welche hier und da angerathen und auch angewendet worden sind, der Vorzug.

Da hiernach bei den Schleußenwehren, deren Schützen nach Maasgabe der steigenden Fluth gezogen werden, kein eigentlicher Wassersturz statt findet, so sind sie wenigeren Gefahren blosgestellt, als die Ueberfallwehre und sind deshalb auch nicht kostspieliger als jene.

Der Oberrand ihrer Schützen bezeichnet, so wie bei den Ueberfallwehren der Scheitel derselben, die Höhe des Staues, zu welcher sie berechtigt sind; damit jedoch diese Höhe bei den öfteren Reparaturen, welche an diesen Schützen vorfallen, von der Polizeibehörde leichter kontrollirt werden kann, so ist es nöthig, möglichst feste Merkmale an die Pfosten anzubringen, welche aus einem Einschnitte bestehen können, in welche eine kurze Eisenschiene befestiget und mit einem obrigkeitlichen Stempel bezeichnet ist. Bei Ueberfallwehren ist ein solches Zeichen schwerer anzubringen, und bei der beschränkten Dauer der Schleußenpfosten ist auch bei Schleußenwehren neben jener Eisenschiene ein noch daurenderes und unverrückbareres Merkmal der gesetzlichen Höhe nöthig, indem dem beständigen Bestreben der Mühlenbesitzer nach der Erhöhung dieser Staue auf die möglichst zuverlässige Weise Schranken gesetzt werden muß.

Zu diesem Behufe hat das seit dem Mittelalter in Friedberg

für die Wetterau bestandene kaiserliche Wassergericht Aichpfähle eingeführt, nach der in Fig. 26 dargestellten Form. Es wird nämlich neben dem Stau ein Loch in die Erde gegraben, in welches auf ein horizontales Kreuz von Eichenholz in der Mitte ein Pfosten aufgerichtet wird, welcher durch 4 Streben befestigt ist; alsdann wird die für den Stau bestimmte Höhe an diesem Pfosten markirt, derselbe wird nach diesem Zeichen abgeschnitten, auf die Stirne eine kupferne Platte mittelst eiserner Schienen befestiget, und in die Mitte durch die Platte ein eiserner Nagel mit großem, rundem Kopfe eingeschlagen, dessen Scheitel die genaue Höhe bezeichnet.

Das Loch wird hierauf zugefüllt, und zum leichteren Wiederauffinden wird ein Denkstein über den Pfahl eingesetzt, auch ein Protokoll über den ganzen Vorgang aufgenommen.

Jedes unbefugte Entblößen und jedes Verletzen des Pfahles war mit schweren Strafen bedroht, und das Einsetzen wurde mit vieler Feierlichkeit vorgenommen.

Diese Einrichtung des Pfahles erscheint darum sehr zweckmäßig, weil dadurch das Emporheben desselben mittelst angeschlungener Hebel oder Hebladen, wie dies bei einfachen Pfählen öfter geschehen ist, verhindert wird.

Da sich indessen, wie wir aus dem I. Abschnitte wissen, die Thäler und mit ihnen die Bette der Flüsse fortwährend erhöhen, so kann die auf den Grund der augenblicklichen Ortsverhältnisse ausgemittelte Höhe nicht noch nach Jahrhunderten diesen Verhältnissen angemessen sein; es erscheint daher nothwendig, daß die dazu bevollmächtigte Behörde, nach vorgängiger Untersuchung, nachträgliche Erhöhungen gestatten könne.

Noch viel wichtiger für unseren Zweck ist jedoch das vorschriftsmäßige Ziehen der Fluthschleußen, sobald eine Stauung unter der Voraussetzung der gehörigen Anwendung dieser Maasregel gestattet worden ist; denn die Unterlassung dieses Aufziehens würde dann weit mehr Schaden verursachen, als der durch die Stauung zu erwartende Nutzen betragen kann.

Es sind hierzu einestheils solche polizeiliche Bestimmungen

Digitized by Google

nöthig, wodurch diese Maasregel unfehlbar in Anwendung kommen muß; anderntheils sind auch die Fluthschleußen so einzurichten, daß das Ziehen der Schützen möglichst leicht und in jedem beliebigen Maase geschehen kann.

§. 4. Oekonomischer Effekt der Benutzung des Gefälles der Gewässer zum Betriebe von Maschinen.

Der ökonomische Effekt der Benutzung des Gefälles der Gewässer zum Betriebe von Maschinen ergibt sich, wenn man die Zinsen der Anlagekosten der Staue, Kunstgräben nnd Wasserräder mit dem jährlichen Aufwande vergleicht, den die Bewegung dieser Maschinen außerdem erfordert haben würde.

Die Größe dieses ökonomischen Effektes macht es wünschenswerth, daß alles Gefälle der Gewässer eines Staates, welches nicht schon zu wesentlicheren Bedürfnissen desselben in Anspruch genommen worden ist, zu diesem Zwecke verwendet werde; es werden indessen in Gegenden, worin sich wenige Fabriken befinden, oft schon die durch Wasserräder bewegbaren Maschinen bereits von diesen betrieben, und ein weiteres Bedürfniß dieser Art findet sich daselbst oft nicht vor; während nur in Fabrikgegenden die vorhandenen Wasserräder zum Betriebe aller dergleichen Maschinen nicht ausreichen.

Bei der vollständigen Benutzung alles betreffenden Gefälles würden dagegen nicht allein in Fabrikgegenden weit mehr Wasserräder zum vortheilhafteren Betriebe der vorhandenen Maschinen benutzt werden, sondern es würden auch Fabriken in jenen anderen Gegenden entstehen, wenn deren Unternehmer auf so wohlfeile bewegende Kräfte rechnen könnten, als Wasserräder darbieten.

Die Begünstigung der diese Benutzung des vorhandenen Wassergefälles beabsichtigenden Unternehmungen erscheint daher als ein sehr wirksames Mittel zur Vermehrung des National-Reichthums.

Digitized by Google

Neunter Abschnitt.

Benutzung des Wassers zur Binnenschifffahrt.

§. 1. Einleitung.

Nur diejenigen Körper, deren spezifisches Gewicht kleiner ist, als jenes des Wassers, erhalten sich schwimmend auf dessen Oberfläche; das durch sie von seiner Stelle verdrängte Wasser hat genau das Gewicht ihrer ganzen Massen, es sinkt daher nur ein solcher Theil derselben ein, dessen Umfang dem Umfange derjenigen Wassermasse gleich kömmt, welche das Gewicht des ganzen schwimmenden Körpers hat. Beträgt daher das spezifische Gewicht eines Körpers nur halb so viel, als das des Wassers, so sinkt er mit der Hälfte seiner Masse in das Wasser ein und mit der andern ragt er aus demselben hervor.

Schiffe sind Gefäße, welche bestimmt sind, sowohl schwere, als leichte Gegenstände aufzunehmen und auf der Oberfläche des Wassers schwimmend zu erhalten; wegen der Kostbarkeit derselben sucht man in das möglichst wohlfeile Schiff möglichst viele Gegenstände einzuladen und schwimmend zu erhalten; es steht aber der Preis der Schiffe mit dem Quadratinhalte ihrer Außenflächen in einem gewissen Verhältnisse, und es muß daher dasjenige Schiff am wohlfeilsten laden können, bei welchem der körperliche Inhalt zu der Größe seiner Außenfläche in einem möglichst günstigen Verhältnisse steht.

Hiernach gebührt bei derselben Form dem größeren Schiffe vor dem kleineren der Vorzug, da dieses mehr körperlichen Inhalt im Verhältnisse zu seiner Außenfläche hat, als das kleinere; ferner gebührt bei derselben Größe demjenigen Schiffe der Vorzug, dessen Form sich am meisten der Halbkugel nähert, da ein Gefäß von dieser Form mit derselben Außenfläche den größten körperlichen Inhalt einschließt: also möglichst große und in der Form der Halbkugel am meisten ähnliche Schiffe müssen in Be-

Digitized by Google

ziehung auf den vorliegenden Gesichtspunkt für die wohlfeilsten Preise laden können.

Es sind ferner zur Lenkung eines Flußschiffes wenigstens zwei Mann nothwendig; ist daher ein Schiff klein und hat es deshalb nur wenige Waaren geladen, so betragen die Kosten der Lenkung verhältnißmäßig mehr, als wenn diese beiden Männer ein größeres, mit mehr Waaren beladenes Schiff gelenkt hätten.

Die Größe der Schiffe findet jedoch in der begrenzten Stärke des Baumateriales und in der mit ihr steigenden Schwierigkeit einer dauerhaften Construktion ihre Grenze; bei Flußschiffen kömmt hierzu noch die beschränkte Tiefe und Breite der Wasserbahn, außerdem wirken auf die Form der Schiffe noch folgende Umstände ein:

Wäre ein Schiff bestimmt, immer an demselben Orte zu bleiben, oder von dem bewegten Wasserstrome mit fortgetrieben zu werden, so würden bei der Bestimmung seiner Form nur obige Rücksichten entscheiden und dieselbe würde nach obigen Angaben zu bilden sein, sofern die Wasserbahn die hierzu nöthige Breite und Tiefe hätte. Da jedoch die Schiffe bestimmt sind, sich auch in ruhigem Wasser und selbst gegen den Strom der Flüsse, und endlich über seichte Stellen möglichst leicht fortzubewegen, so muß bei der Bestimmung ihrer Form auch auf diese Verhältnisse Rücksicht genommen werden.

In ersterer Beziehung, nämlich der Fortbewegung im Wasser, kömmt derjenige Querschnitt des Schiffes in Betracht, welcher sich bei dessen Fortbewegung dem Wasser entgegensetzt; je kleiner dieser Querschnitt ist, desto leichter ist die Bewegung; deshalb und wegen der leichteren Lenkung langer Schiffe gibt man ihnen eine längliche Form, und sind sie bestimmt, seichte Stellen zu passiren, oder entsteht die Aufgabe, die möglichst größte Last über kleine Tiefen hinzuführen: so wird es nothwendig, den Boden der Schiffe in ihrer ganzen Länge nach einer geraden Linie und nach ihrer Breite möglichst flach zu

Digitized by Google

bilden; erstere Eigenschaft befriediget auch die Aufgabe in Beziehung auf den möglichst kleinen Querschnitt am besten.

Auf einer ruhigen und breiten Wasserbahn zieht ein Pferd ein mit 600 Zentnern beladenes Schiff 4 Meilen weit in einem Tage, und da dasselbe Pferd auf einer Eisenbahn nur 120 und auf einer guten und ebenen Steinbahn 40 Zentner dieselbe Strecke fortzieht*), so ergibt sich hieraus ein Verhältniß wie

15 : 3 : 1.

Fließet das Wasser der betreffenden Wasserbahn mit derselben Geschwindigkeit, nämlich 1 Meile in 2 Stunden, so legt dieses Schiff ohne alle Zugkraft nicht allein 4 Meilen, sondern bei langen Sommertagen wohl 8 Meilen täglich zurück, und die Kosten der Fahrt beschränken sich auf die des Ein- und Ausladens, so wie auf die Erhaltung der zum Lenken des Schiffes nöthigen Personen.

Soll es dagegen auf demselben Flusse aufwärts fahren, so muß es, sofern es abermals 1 Meile in 2 Stunden zurücklegen soll, mit der doppelten Geschwindigkeit die ihm entgegenströmende Wassermasse durchschneiden, und da der Widerstand im Verhältnisse der Quadrate der Geschwindigkeiten zunimmt, so sind zur Fortbewegung dieses Schiffes stromaufwärts 4 Pferde nöthig, und es trägt alsdann auf jedes Pferd nur 150 Zentner.

Denselben vierfachen Widerstand leistet das ruhige Wasser, wenn sich das Schiff mit doppelter Geschwindigkeit in demselben fortbewegt.

Wäre dagegen die Geschwindigkeit des fließenden Wassers doppelt so groß, so würde die von dem stromaufwärtsgehenden

---

*) Ueber diese Verhältnisse liegen zwar keine genaue Beobachtungen vor, auch werden sie sich, bei der unvermeidlichen Abweichung der einwirkenden Umstände, jedesmal anders herausstellen; ich habe sie als Durchschnittswerthe einiger eigenen Beobachtungen und fremder Angaben ausgemittelt, und halte sie zur Beurtheilung des vorliegenden Gegenstandes für hinreichend genau.

Digitized by Google

Schiffe, welches 1 Meile in 2 Stunden zurücklegen soll, anzunehmende relative Geschwindigkeit jene einfache Geschwindigkeit dreimal betragen, und es würden 9 Pferde zum Fortziehen nöthig sein, wodurch die von jedem derselben fortbewegte Last sich auf 66⅔ Zentner vermindern, und hiermit würde der Vorzug der Schifffahrt vor dem Transporte auf guten und ebenen Steinbahnen beinahe schwinden und gegen die Benutzung von Eisenbahnen noch im Nachtheile stehen. Deshalb haben auch Sachkenner behauptet, bei dieser Geschwindigkeit (beiläufig 7 Fuß in einer Sekunde) höre der Vorzug der Schifffahrt gänzlich auf. Bedenkt man jedoch, daß gewöhnlich solche Flüsse hauptsächlich stromabwärts zum Transporte benutzt werden, und die Schiffe, wenn man durch sie keine Sendungen aufwärts vornehmen wollte, leer zurückgehen müßten, so erscheint dieser Transport als Rückfracht immer noch sehr vortheilhaft.

In engen Flußbetten und Kanälen kömmt hierzu noch folgendes Hinderniß:

Denken wir uns einen Kanal, dessen Querschnitt von einem darin befindlichen Schiffe beinahe ganz ausgefüllt wird; wird dieses Schiff fortbewegt, so wird es das in demselben befindliche Wasser vor sich herschieben und hinter sich eine Leere erzeugen, und hierdurch wird ein Unterschied in der Höhe des vor und hinter dem Schiffe befindlichen Wasserspiegels entstehen, welcher beinahe die Höhe des eingetauchten Theiles des Schiffes betragen wird; eine starke Strömung des Wassers zwischen dem Schiffe und dem Kanalbette wird die Folge davon sein und die Fortbewegung des Schiffes, obwohl in ruhigem Wasser, wird dem Aufwärtsfahren in einem sehr schnell fließenden Strome gleichen. Dieser Nachtheil ist bei Wasserbahnen, welche die dreifache Breite der in ihnen bewegten Schiffe haben, noch sehr merklich und verschwindet nur bei sehr großer Breite derselben.

Die Gewässer werden außerdem noch zur Floßfahrt und zum Holzflößen benutzt.

Digitized by Google

Bei der Floßfahrt werden ganze Stämme zu Floßen verbunden, welche letztere sich in ihrer Größe nach der Breite und Tiefe der zu befahrenden Gewässer richten; es ist hierzu eine Wassertiefe von 1½ Fuß hinreichend.

Das Holzflößen geschieht, indem Brennholz in Scheitern an einer oberen Stelle in den Fluß geworfen und an einer unterhalb gelegenen Stelle herausgenommen wird. Hierbei können nicht mehrere Holzflößer den Fluß zugleich benutzen, es muß sich dasselbe daher immer auf die besondere Berechtigung eines Einzelnen stützen, und kann nie flußaufwärts geschehen; die Floßfahrt wäre zwar flußaufwärts möglich, wird aber wahrscheinlich nirgends ausgeübt, da auch die Holzproduktion gewöhnlich hauptsächlich nur auf den Gebirgen vorkömmt, und von da die tiefer gelegenen Gegenden damit versehen werden.

Zur Floßfahrt sind keine besondere Anstalten nöthig; da wo jedoch zum Behufe der Schifffahrt Schleußen angewendet werden, muß bei ihrer Einrichtung auch auf das Durchlassen der Flöße Rücksicht genommen werden, sofern dergleichen auf demselben Flusse passiren sollen.

Zum Behufe des Holzflößens hat man in Gebirgsthälern, mittelst durchgeführter Querdämme, Sammelteiche angelegt, um auch kleine Gewässer unter Mitwirkung des darin aufgestauten Wassers hierzu benutzen zu können. Dieses Flößen hat indessen den Nachtheil, daß es wegen der dabei stattfindenden Auslaugung das Brennholz eines Theils seines Gehaltes beraubt.

§. 2. Hindernisse der Flußschifffahrt und deren Entfernung.

Nach der obigen Darstellung sind ein tiefes und breites Bett, angefüllt mit ruhigem oder nur langsam fließendem Wasser, die Erfordernisse, welche eine möglichst vortheilhafte Schifffahrt bedingen.

Die Abwesenheit dieser Erfordernisse bildet daher auch die Hindernisse der Schifffahrt. Diese Hindernisse entstehen

1) durch Untiefen und Sandbänke,

Digitized by Google

2) durch Felsenriffe,
3) durch einzelne Steine, Bäume ꝛc. im Flußbette,
4) durch Flußengen,
5) durch vorspringende Spitzen an den Ufern,
6) durch zu große Geschwindigkeit,
7) durch Mangel an dem nöthigen Wasser,
8) durch Mühlenwehre.

ad 1, 2, 3.

Da die drei ersten dieser Hindernisse auch zugleich Hindernisse der schnellen Abführung der Fluthen sind, so wurden die Mittel zu ihrer Entfernung schon im Abschnitte V. aufgeführt, und es erscheint als ein glückliches Zusammentreffen, daß diese nämlichen Mittel mehrere Zwecke zugleich befördern und somit auch der Fond für ihre Anwendung aus zwei Quellen zugleich geschöpft werden kann.

In Berücksichtigung der großen Vortheile, welche die Schifffahrt durch ein tiefes Fahrwasser erhält, wodurch bei niedrigem Wasserstande noch starke Ladungen möglich werden, wird auch da, wo dies die Abführung der Fluthen nicht erheischt, auf die Austiefung des Stromstriches hinzuwirken sein; und ist eine Felsenbank so hoch, daß entweder durch ihre Ausbrechung ein starker Absturz nicht vermieden werden kann, oder entspricht deren gänzliche Entfernung nicht den Bedürfnissen des oberhalb gelegenen Flußgebietes, so ist neben derselben blos eine Schleuße für das Auf- und Absteigen der Schiffe anzulegen.

ad 4.

Flußengen sind nur da für die Schifffahrt nachtheilig, wo sie ein starkes Zurückströmen des Wassers neben den Schiffen veranlassen, oder wo dieselben bis auf das Dreifache der Breite der Schiffe gehen. Dies Hinderniß kann bei kleinen Flüssen in sehr langen Strecken eintreten, und entweder eine Erweiterung dieser ganzen Flußstrecken oder die Einschränkung der Breite der Schiffe nothwendig machen.

ad 5.

Natürliche Uferspitzen, welche der Schifffahrt hinderlich oder

Digitized by Google

gefährlich sind, können nur aus Felsenspitzen bestehen, welche hinweggebrochen werden müssen; häufiger findet man künstliche Spitzen, welche aus Buhnen bestehen. Da aber überhaupt Buhnen zum Uferschutze nur selten den Vorzug vor Deckwerken und Vorlagen verdienen, so können sie umsomehr da vermieden werden, wo sie der Schifffahrt hinderlich oder gefährlich zu werden drohen; auch ist aus dieser Rücksicht in jeder Reihe von Buhnen an schiffbaren Flüssen der obersten derselben eine abwärts geneigte Direktion zu geben.

Auch starke Krümmungen schmaler Flüsse können die Fahrt mit langen Fahrzeugen erschweren, und auch hier schreibt der Hauptzweck der Flüsse dieselben Maasregeln wie die Schifffahrt vor, nämlich die Durchstechung dieser Krümmungen.

Die ängstlichen Verehrer des Bestehenden haben von der Durchstechung solcher Krümmungen große Nachtheile für die Schifffahrt befürchtet; allein die Erfahrung hat gezeigt, daß die Schiffer allenthalben, wo ihnen, selbst bei der Bergfahrt, die Wahl zwischen neueröffneten Durchstichen und den alten Krümmungen gelassen war, die Befahrung der kürzeren, obwohl eine stärkere Geschwindigkeit enthaltenden Durchstiche vorgezogen haben, da sie den dadurch zu erlangenden Zeitgewinn höher schätzten, als den Kraftverlust, welchen die größere Geschwindigkeit des Wassers verursachte.

ad 6, 7, 8.

Mit der Erhebung der Erdfläche nimmt das Gefälle und mit ihm die Geschwindigkeit des Wassers der Flüsse zu, und hiermit wird die Schifffahrt stromaufwärts (Bergfahrt) in dem §. 1 entwickelten Verhältnisse erschwert. Ist die Wassermenge eines Flusses, dessen Geschwindigkeit die Bergfahrt sehr erschwert, so groß, daß er selbst bei niedrigem Wasserstande den Schiffen noch eine hinreichende Tiefe (3 Fuß) an seinen seichtesten Stellen darbietet: so würde, wegen der zu großen Kostspieligkeit der durch die Kunst anzuwendenden Mittel, die Entfernung dieses Nachtheiles selten dem ökonomischen Effekte entsprechen, und es

Digitized by Google

wird sich die Schifffahrt gewöhnlich den bestehenden Verhältnissen anpassen müssen.

Tritt dagegen der gewöhnlichere Fall ein, daß mit der vermehrten Geschwindigkeit auch Wassermangel, oder Mangel an der für die Schifffahrt nöthigen Tiefe zusammentrifft, so sind zur Abhülfe dieser beiden Uebel Stauungen anzulegen; denn dadurch wird die Geschwindigkeit vermindert und auch zugleich die Tiefe vermehrt, während mit der Verminderung der Wassermenge in den Betten sich auch die Anlagekosten dieser Staue vermindern.

Je höher diese Stauungen sind, desto größer sind auch die Entfernungen, in welchen sie von einander anzulegen sind; ferner hängen diese Entfernungen ab von der Größe der Geschwindigkeit und des Wassermangels, und dann von der Breite des Bettes; denn je beträchtlicher letztere ist, desto kürzer wird die Strecke, in welche die Stauung aufwärts wirkt; es muß daher bei einer vollständigen Regulirung eines solchen Bettes zuerst das Gefälle bestimmt werden, welches das Wasser erhalten soll, dann die Höhe der Stauungen, und dann muß die Breite des Bettes und die Entfernung, welche die Stauungen unter einander erhalten sollen, in ein übereinstimmendes Verhältniß gebracht werden. Oder bei der feststehenden Breite sind die Höhen und die Zwischenräume der Stauungen in ein solches übereinstimmendes Verhältniß zu bringen.

Diese Regulirung kann sich nur auf einen gewissen Wasserstand beziehen; ist viel Wasser vorhanden, oder wird eine möglichst vollkommene Herstellung der Schifffahrt selbst mittelst eines bedeutenden Aufwandes beabsichtigt, so ist es der kleinste Wasserstand, auf welchen die Anlagen zu berechnen sind. Mühlenwehre in den zu beschiffenden Flüssen schaffen denselben Nutzen, nur müssen mit ihnen, wie mit obigen absichtlich für die Schifffahrt anzulegenden Stauungen, Schleußen zum Durchlassen der Schiffe verbunden werden.

Die Rücksichten, welche bei allen diesen Stauungen in Beziehung auf den Zweck der Flüsse, als Entwässerungskanäle ihrer Flußgebiete, eintreten, wurden zum Theile schon im vorigen

Digitized by Google

Abschnitte dargestellt, und die Einrichtung der Schleußen wird im folgenden §. näher erläutert werden; hier ist nur noch zu erwähnen, daß jenes Mittel, welches nach dem §. 5 zur besseren Speisung der Schifffahrtskanäle angewendet wird, nämlich die Benutzung eines natürlichen oder künstlichen Wasserbeckens zur Zuleitung von Wasser in der Zeit des niedrigsten Wasserstandes auch bei der Benutzung kleiner Flüsse zur Schifffahrt in Anwendung gebracht werden kann.

Da zur Fortbewegung der Schiffe gegen den Strom nur ausnahmsweise und gewöhnlich nur als Beihülfe einiger Gebrauch von dem Winde, mittelst aufgespannter Segel, gemacht werden kann, und der Dampf bisher nur zum Schnellfahren von Reisenden und Eilgütern angewendet wurde: so muß dasselbe in der Regel durch das unmittelbare Fortziehen an Seilen geschehen, welche zur Vermeidung des Anstreifens an den Ufern an Masten befestigt werden.

Bei kleinen Fahrzeugen auf kleinen Flüssen und engen Kanälen geschieht dies durch Menschen, auf größeren Flüssen und Kanälen aber durch Pferde. Hierzu sind Ziehwege nöthig, die sich in ihrer Breite nach dieser verschiedenen Bespannung abmessen müssen; bei Menschen ist eine Breite von 3 Fuß hinreichend, 1 Pferd bedarf 6, 2 Pferde 10, 3 bis 4 Pferde 14 Fuß.

Jedes Schiff, welchem allenfalls einige Nachen angehängt sein können, muß besonders bespannt werden, und es dürfen nicht mehrere Schiffe aneinandergehängt und von einer großen Anzahl von Pferden gezogen werden, wie dies zuweilen noch geschieht; denn immer ist ein Kraftverlust damit verbunden, wenn viele Pferde zusammen ziehen sollen; auch bedürfen diese eine sehr große Breite zum Ziehwege, welche bei der Unzweckmäßigkeit dieser Einrichtung als Verschwendung erscheint.

Die Ziehwege müssen zur Erleichterung des Zuges möglichst nahe am Ufer und in derjenigen Höhe angelegt sein, daß sie auch bei dem höchsten Wasserstande, bei welchem der Fluß noch nicht austritt und Bergfahrt noch statt findet, nirgends über-

Digitized by Google

schwemmt werden. Daher müssen sie an niedrigen Uferstellen auf Dämme gelegt werden, welche aber nicht durch senkrechte Mauern, sondern durch flache Abdachungen eingeschlossen werden müssen, weil die Pferde öfter durch die schräge Richtung des Seiles vom Wege heruntergezogen werden und dann über die Mauern herabstürzen würden.

Ihre Oberfläche muß fest sein, und daher an Sumpfstellen aus einer Kiesdecke oder Steinbahn bestehen. Ueber alle sich in den Fluß ausmündende Bäche und Gräben müssen Brücken erbaut und alle Unterbrechung, so wie das Ueberspringen von einem Ufer auf das andere, möglichst vermieden werden.

§. 3. Schifffahrtschleußen.

Die im vorigen §. angeführten Staue unterbrechen die Wasserbahn und es muß an ihnen irgend eine Einrichtung angebracht werden, wodurch diese Bahn wieder hergestellt wird; eine solche Einrichtung findet sich an der Kammerschleuße.

Es sei Fig. 12. b c ein Stau zwischen den Wasserbahnen a b und d e, so werden sowohl auf diesem Stau, als in einer Schiffslänge unterhalb demselben, in f Schleußen- oder Wasserthore angelegt.

Kömmt ein Schiff von a, so wird das Schleußenthor b geöffnet, während das Thor f geschlossen ist, und das Schiff gelangt in die Schleußenkammer zwischen den beiden Thoren b und f. Hierauf wird das Thor b geschlossen, und nachdem das zwischen den Thoren befindliche Wasser durch eine besondere Oeffnung in den Theil h e des Flusses abgelassen worden und das Schiff auf die Höhe der Wasserbahn h e herabgesunken ist, wird das Thor f geöffnet und das Schiff kann ohne Anstand seinen Weg fortsetzen.

Kömmt dagegen ein Schiff von e, so wird es durch das geöffnete Thor f in die Schleußenkammer geführt, dann wird dies Thor geschlossen und durch eine besondere Oeffnung in dem Stau b die Schleußenkammer mit Wasser gefüllt, wodurch das Schiff auf die Höhe der oberen Wasserbahn hinaufsteigt. Es

Digitized by Google

wird alsdann das Thor b geöffnet und das Schiff setzt seine Fahrt fort.

Damit während dieser Operation nicht zu häufig ein Schiff auf das andere warten müsse und überhaupt auch mehr Schiffe durchgeschleußt werden können, gibt man den Schleußenkammern oft den Raum für zwei und mehrere Schiffe. Allein schon die Erbauung einer einfachen Schleuße erfordert einen großen Aufwand, und dieser muß mit der Vergrößerung derselben zunehmen; diese Kostspieligkeit der Kammerschleußen kann man unter andern auch aus dem 4ten Hefte von Eytelwein's praktischer Wasserbaukunst ersehen, woselbst alles Einzelne einer solchen Schleuße so vortrefflich beschrieben ist, daß ich mich hier nur darauf zu beziehen brauche.

Indessen wurde jene Kostspieligkeit ein Hinderniß ihrer allgemeineren Anwendung, und es mußte deshalb die Schiffbarmachung vieler Flüsse unterbleiben, in welchen kein sehr lebhafter Transport erwartet werden konnte; oder man half sich durch Wehre mit einfachen Schützen, welche man bei dem Herabkommen der Schiffe öffnete und sie unter Gefahren mit dem Wasser durchschießen ließ; beim Aufwärtsfahren aber entweder mittelst einer sehr großen Anzahl von Zugthieren, oder mittelst Maschinen durch diese Sturzöffnungen heraufziehen ließ.

Man verminderte diese Unbequemlichkeit zwar dadurch, daß man mit den Schützenöffnungen lange, schief abfallende und schmal begrenzte Ebenen gleich Mahlgerinnen verband, wodurch man jenen plötzlichen Wassersturz in einen etwas verlängerten, in einem geschlossenen Gerinne schnell hinfließenden Wasserstrom verwandelte; allein auch nach dieser Verbesserung blieb diese Einrichtung immer noch sehr unvollkommen, welches um so fühlbarer wurde, wenn man sie mit der sehr sinnreichen Anstalt einer Kammerschleuße verglich.

Das kräftigste Mittel der vollständigeren Benutzung der Gewässer zur Schifffahrt scheint daher die Erfindung von solchen Kammerschleußen zu sein, welche neben der vollständigen Erfül-

Digitized by Google

lung ihres wesentlichen Zweckes durch ihre Wohlfeilheit eine allgemeinere Anwendung gestatten.

Diese Kostspieligkeit ist wohl zum Theile auch zuzuschreiben einer zu großen Aengstlichkeit in der Verwahrung des Grundwerkes, in der Bestimmung der Stärke der Seitenmauern ꝛc., und es würde sehr verdienstlich sein, die bisherigen Construktionen massiver Schleußen (denn ganz hölzerne sind selbst bei weit kleineren Baukosten wegen ihrer geringen Dauer sehr unzweckmäßig) aus unserem Gesichtspunkte einer Revision zu unterwerfen. Ich will hierzu nur einige Andeutungen geben.

1. Die Verhütung des Aufhebens des aus Holz- oder Mauerwerk bestehenden Schleußenbodens durch das von oben und von den Seiten eindringende Grundwasser macht die sorgfältige Verwahrung des Grundbaues mittelst Spundwänden nöthig; es ist aber ein hölzerner oder aus Mauerwerk bestehender Schleußenboden in den meisten Fällen gar nicht nöthig, und es genügt, den unterhalb der Fallmauer des oberen Trempels befindlichen Theil dieses Bodens durch ein Pflaster aus schweren Steinen vor dem Auskolken zu verwahren, sofern die Schleußenthore an Flüssen dem Durchströmen des Fluthwassers, und an Kanälen zum Behufe der Ausschlämmung einem ähnlichen Durchströmen einer großen Wassermasse geöffnet werden; findet aber dieses nicht statt, so kömmt nur an den Ein- und Auslaßöffnungen des Füllwassers einige Strömung vor, gegen deren Auswaschung leicht Vorkehrungen zu treffen sind.

Bleibt demnach ein regelmäßiger Schleußenboden hinweg und findet auch ein mäßiges Eindringen von Wasser in die Schleußenkammer statt, so hat dies keinen weiteren Nachtheil, und es werden hiermit die Kosten eines solchen Schleußenbodens, so wie jene für die sorgfältige Verwahrung des Grundbaues, gegen ein mäßiges Filtriren erspart.

2. Wird der Schleußenboden hinweggelassen, so ist es zur Verhütung des Wasserdurchbruches von der oberen Flußstrecke in die Schleußenkammer und von dieser in die untere Flußstrecke in gewöhnlichen Fällen hinreichend, nur eine dichte Spundwand

Digitized by Google

unter den oberen und unteren Trempel oder die beiden Thore anzubringen, welche Spundwände aber jenseits der Mauerdicke bis in den unvergrabenen Boden durchlaufen müssen.

3. Da die Schleußenmauern nicht über die Höhe des natürlichen Bodens hinausgeführt werden, und ihr spezifisches Gewicht jenes des an ihrer Stelle ausgegrabenen Bodens nur wenig übertrifft, so hat der Boden, auf dem sie aufgeführt werden, schon früher beiläufig dieselbe Last getragen; es ist daher in der Regel keine sorgfältige Auspfählung dieses Grundes nöthig, und es kann die Schleuße bei gutem Baugrunde einen Pfahlrost entbehren, bei schlechterem Grunde aber auf Pfähle gegründet werden, welche mit einem Rammklotze von nur 300 Pfund eingeschlagen wurden *).

4. Bei Schleußen, welche zur Beschleunigung der Schifffahrt drei Fahrzeuge zugleich aufzunehmen haben, brauchen die Schleußenthore nur die Weite von der Breite eines Schiffes zu erhalten, da hier ein schräges Einfahren in diese Oeffnung nicht nöthig ist; diese schmale Oeffnung erlaubt die Anschaffung möglichst schmaler Thore. Sind ferner die durchzuschleußenden Fahrzeuge von verschiedener Länge, so kann das längste in die Mitte und die kürzeren auf beide Seiten gestellt werden, und dann erlauben diese Verhältnisse, den Seitenmauern die Form von flachen Bögen zu geben, welche eine gewölbartige Spannung erzeugen, und die Verminderung ihrer Stärke auf 2 Fuß obere und bei 12 Fuß Höhe auf 4 Fuß untere Dicke gestatten. Sind aber diese Fahrzeuge von gleicher Länge, so müssen freilich die Seitenmauern die geraden Seitenbegrenzungslinien dieser Fahrzeuge erhalten; es wird aber auch in diesem Falle, bei der Anwendung von hydraulischem Mörtel, eine obere Dicke von 2 und eine untere von 5 Fuß genügen.

---

*) Es gehört zu den Inkonsequenzen vieler unserer Bauvorschriften, daß entweder gar keine Pfähle, oder möglichst lange angewendet werden sollen, welche letztere mehreren Hitzen eines schweren Rammklotzes vollständig zu widerstehen vermögen.

Digitized by Google

Weit größere Ersparungen würden aber möglich werden, könnte für die ganze Schleußenanlage eine einfachere und wohlfeilere Einrichtung angegeben werden; ich will auch hierüber einige Ideen mittheilen.

Den größten Theil des Aufwandes an diesen Schleußen verursachen die langen Seitenmauern und der Boden der Schleußenkammern, endlich der Umstand, daß dieselben die beiden Schleußenhäupter zu einem einzigen Ganzen verbinden müssen, wodurch die Verletzung eines Theils, wegen dem innigen Zusammenhange mit den übrigen Theilen, sehr kostspielige Arbeiten veranlaßt, und zur Verhütung derselben schon im Voraus eine weit kostspieligere Construktion der ganzen Anlage nöthig macht.

Denken wir uns ein enges Flußbett oder einen mäßig breiten Kanal, in welchen eine solche Schleuße anzulegen ist, und bedenken wir, wie wenige Schwierigkeit und Kosten die Anlegung eines Mühlwehres nach dem vorigen Abschnitte an dieser Stelle verursachen würde, und wie leicht sich mit einem solchen Wehre ein Trempel mit zwei Thorflügeln als oberes Schleußenthor verbinden ließe, wie es endlich noch leichter wäre, einige Schiffslängen unterhalb noch einen Trempel in der Sohle des Bettes anzulegen und zwei Thormauern auf beiden Seiten mit den Ufern wasserdicht zu verbinden: so muß sich hieraus die Wahrscheinlichkeit ergeben, den Theil des Bettes, welcher auf diese Weise zwischen zwei Thoren eingeschlossen sein würde, als eine Schleußenkammer zu benutzen.

Durch diese Flußstrecke sind auch früher Schiffe durchpassirt und haben zuweilen an ihren Ufern angestoßen, diese Ufer waren auch früher zuweilen bis auf diejenige Höhe mit Wasser angefüllt, auf welche sie der Stau der unteren Thore füllen soll; und nach abgelaufener Fluth waren sie von diesem Wasser wieder eben so befreit, wie sie die Oeffnung dieser Thore nunmehr davon befreien soll.

Nur konnte die daran befindliche Vegetation länger eine trockene Luft genießen, deshalb möchte eine etwas sorgfältigere Befestigung dieser Ufer und die möglichst häufige Ablassung des

Digitized by Google

Wassers zur Begünstigung dieser Vegetation anzurathen sein, wenn man nicht diese Ufer mit einer Steindossirung bekleiden wollte.

Allerdings konsumirt das Durchschleußen der Schiffe bei abgedachten Seitenwänden mehr Wasser, als bei senkrechten; es kann daher diese Einrichtung nur an solchen Kanälen und Flüssen Anwendung finden, wo eine hierzu hinreichende Wassermenge vorhanden ist; diese Wasserkonsumtion ist indessen bei weitem nicht so groß, als bei der Anwendung der oben erwähnten einfachen Wehröffnungen.

§. 4. Rücksichten, welche bei der Schiffbarmachung der Flüsse auf den Fluthstrom und den Eisgang zu nehmen sind.

Ist ein Fluß schon seiner natürlichen Beschaffenheit nach schiffbar, so macht blos der Eisgang in nördlichen Gegenden einige Schutzanstalten für die Schiffe nothwendig; denn während desselben würden sie im offenen Strome zu vielen Beschädigungen durch die Eismassen blosgestellt sein; sie müssen daher in Winterhäfen, welche vom Eisgange nicht durchströmt werden, aufgestellt werden können.

Die Natur bietet in den schmalen Nebenarmen, an Inseln eine Gelegenheit zu solchen Winterhäfen dar, und es bedarf nur einer Sperre an der oberen Einmündung, um das Durchtreiben des Eises zu verhindern; um jedoch die Versandung dieser Flußarme zu verhüten, ist es gut, wenn dem Wasserstrome der Durchgang nicht verwehrt wird. Dies kann am leichtesten bewerkstelligt werden, wenn quer über die Einmündung auf beide Ufer, oder bei zu großer Weite mit Beihülfe von dazwischen errichteten Pfeilern, ein Querbalken gelegt und vor diesen vertikale Hölzer in kleinen Zwischenräumen so aufgestellt werden, daß sie unten im Bette stehen und sich oben an diesen Querbalken anlehnen. Die Zwischenräume, welche so groß zu lassen sind, als es die Abhaltung des Eises erlaubt, lassen dann das Wasser durchströmen.

Digitized by Google

An Handelsorten können diese Winterhäfen zugleich als Ausladeplätze oder als Handelshäfen benutzt werden, und wenn sich kein natürlicher Nebenarm daselbst vorfindet, welcher hierzu benutzt werden kann, so ist ein besonderer Hafen zu diesem Zwecke auszugraben; wobei aber immer Rücksicht zu nehmen ist auf die Versandung, welche bei materialführenden Flüssen unfehlbar eintritt, wenn der Fluthstrom nicht durchpassirt oder eine künstliche Ausschlämmung aus dem Wasserbecken eines Nebenflusses nicht bewerkstelligt werden kann; diese Ausschlämmung erfordert auch, daß dem Hafen die Form eines Kanales gegeben werde, weil sonst ein lebhafter Strom in seiner ganzen Ausdehnung nicht hervorgebracht werden kann.

Beim Eisgange läßt der Strom oft viele Eisschollen auf dem Ziehwege liegen, welche zwar oft von der nachfolgenden höheren Fluth wieder hinweggenommen werden, im anderen Falle aber die Wiedereröffnung der Schifffahrt zu lange verzögern würden und daher oft mittelst eines bedeutenden Aufwandes hinweggeräumt werden müssen.

Werden zur Erleichterung der Schifffahrt Schleußen angelegt, so bilden diese bei kleineren Flüssen zugleich das Bett des Fluthstromes; bei größeren aber sind neben ihnen noch Wehre nöthig, welche den verlangten Stau hervorbringen, und eben so wie die im vorigen Abschnitte beschriebenen Mühlenwehre eingerichtet werden müssen, wenn sie der Entwässerung der Flußgebiete nicht nachtheilig werden sollen.

Bei der Entwerfung der ersteren ist zu erwägen, ob diejenige Weite für die Schleußenthore, welche die Breite der Schiffe vorschreibt, auch für die vollständige Durchführung des Fluthstromes hinreicht, und ob sie nicht zu diesem Zwecke eine größere Weite erhalten müssen; ob bei unzulänglicher Breite eine Fluthöffnung daneben anzulegen, oder sie selbst in größerer Weite anzulegen sind; oder ob der Stau nicht durch ein besonderes Wehr zu bilden und die Schleuße an dasselbe anzuschließen,

Digitized by Google

oder in Verbindung mit einem besonderen Kanale ganz außerhalb dem Fluthbette anzulegen ist.

Die durch diese Rücksichten geforderten Anstalten werden zuweilen so kostspielig, und die ihnen durch den Fluthstrom erwachsenden Gefahren sind oft so groß, daß man häufig vorgezogen hat, mit den Schiffen die natürlichen Flußbette zu verlassen und neben denselben besondere Schifffahrtskanäle anzulegen.

Es kann zwar nur ein vergleichender Kostenanschlag, begleitet von einer Gegenüberstellung aller mit diesen Anlagen in Verbindung stehenden Vor- und Nachtheilen, in jedem einzelnen Falle über die betreffende Frage entscheiden; allein im Allgemeinen spricht die Wahrscheinlichkeit für die Benutzung der natürlichen Flußbette.

§. 5. Anlegung von Schifffahrtskanälen.

Wenn entweder neben vorhandenen Flüssen, deren Schiffbarmachung zu großen Schwierigkeiten unterliegt, oder in andern Richtungen, oder auch aus einem Flußgebiete in ein anderes, Schifffahrtstraßen eröffnet werden sollen, so geschieht dies durch die Anlegung von Kanälen.

Ein Schifffahrtskanal ist ein zum Behufe der Schifffahrt angelegter Graben, dessen Wasser durch Schleußen, welche zum Durchpassiren der Schiffe bequem eingerichtet sind, in der zur Schifffahrt nöthigen Tiefe zurückgehalten wird. Diese Schleußen zerlegen die Kanäle in Strecken von ungleicher Wasserhöhe, deren jede als ein besonderes, mit stehendem Wasser angefülltes Becken angesehen werden kann. Der am höchsten gelegenen Strecke wird das zur Ausfüllung nöthige Wasser zugeleitet, und aus ihr geht beim Durchschleußen der Schiffe ein Theil in die tiefer gelegenen Kanalstrecken über.

Gewöhnlich müssen sich diese Kanäle an ihren beiden Enden mit anderen bestehenden Schifffahrtstraßen verbinden.

Bei dem Entwurfe eines solchen Kanales ist das erste Augenmerk auf die Zuleitung des nöthigen Wassers in seine höchste Strecke und auf die Auffindung einer solchen Direktionslinie zu

Digitized by Google

richten, worin die Erdfläche möglichst wenig von der Horizontallinie abweicht.

Bei Kanälen, welche aus einem Flußgebiete in ein anderes übergehen — welches immer geschieht, wenn zwei Flüsse durch sie verbunden werden sollen — bestimmt sich die Höhe der obersten Kanalstrecke durch die Höhe derjenigen Wasserleitung, durch welche sie gefüllt werden soll. Jene Höhe, um welche die zu durchschneidende Wasserscheide höher liegt, ist entweder mittelst eines offenen oder eines unterirdischen Grabens zu durchbrechen. Dieses Durchbrechen zu erleichtern, sucht man hierzu eine möglichst tief gelegene Stelle in der Wasserscheide, und für die Wasserleitung möglichst hoch gelegene Quellen und Bäche auf, und oft sammelt man diese in besonderen Sammelteichen für die trockene Jahrszeit auf, in welcher es einem guten Schifffahrtskanale nie an dem gehörigen Fahrwasser fehlen darf.

Erhält ein Kanal eine große Länge, so wird es zuweilen nöthig, auch noch Zuleitungen für die unteren Strecken anzulegen; doch kann hiermit nur das verdunstende und das durch die Filtration verloren gehende Wasser ersetzt werden, weil das zum Durchschleußen erforderliche Wasser sämmtlich von der obersten Strecke ersetzt wird, wenn nicht etwa die Frequenz der Schifffahrt in den unteren Strecken größer ist, als in der oberen. Das beim Durchschleußen der Schiffe stattfindende Uebergehen des Wassers aus der oberen Kanalstrecke in die untere erfolgt auf folgende Art:

Soll ein Schiff nach Fig. 13 von a nach c aufsteigen, so tritt es zuerst in die leere Schleußenkammer b, worauf dieselbe aus der zunächst oberhalb gelegenen Kanalstrecke gefüllt werden muß, damit das Schiff auf die Höhe von dieser aufsteige; eben so tritt es in die leere Schleußenkammer c, welche ebenfalls aus der zunächst oberhalb gelegenen Kanalstrecke gefüllt werden muß; ist dies wie hier die oberste Strecke, so muß das Schiff die Schleuße d gefüllt finden, um hinein einzulaufen, und dann senkt sich mit demselben die in die Schleußenkammer aufgenommene Wassermasse in die zunächst darunter befindliche Kanalstrecke,

Digitized by Google

und so hat diese obere Strecke bei dieser einzigen Durchschleußung den Inhalt der Schleußenkammern zweimal, nämlich nach jeder Seite einmal, abgeben müssen.

Kömmt hierauf ein Schiff in der entgegengesetzten Richtung, so findet es die Schleußenkammer d leer, und jene bei c und b gefüllt, und es kann, ohne eine neue Wasserkonsumtion zu veranlassen, durchgeschleußt werden.

Kömmt dagegen ein Schiff in derselben Richtung, so müssen die Schleußen b und c geleert, und die Schleuße d gefüllt werden; dies veranlaßt eine doppelte Konsumtion, weshalb bei Wassermangel die nachfolgenden Schiffe oft warten müssen, bis entgegenkommende durchgeschleußt worden sind.

Sind die Schleußenkammern von gleicher Größe, so ersetzt sich der Abgang von jeder unteren Durchschleußung durch den Zugang mittelst jeder oberen; ist dagegen der Inhalt der Schleußen verschieden, so entsteht eine Ungleichheit in diesem Zu- und Abgange; aus dieser Ursache gibt man auch bei ungleichem Gefälle des Terrains den Schleußen gleiche Fallhöhen und folgt der Ungleichheit der Neigung der Erdfläche durch ungleiche Längen der Kanalstrecken.

Einige Aenderung in diesen Verhältnissen verursacht der Umstand, daß von der hier angegebenen Wasserkonsumtion der Inhalt des eingetauchten Theiles der abwärtsgehenden Schiffe zurückgerechnet werden muß.

Ist die Höhe der oberen Kanalstrecke auf obige Art nach der Höhe des höchsten Wasserzuflusses bestimmt, so wird ihre Länge und die Höhen und Längen der übrigen Kanalstrecken so bestimmt, daß der Wasserspiegel des Kanales mit der Erdfläche, durch welche er zieht, möglichst nahe zusammentrifft, da hierdurch die Baukosten am meisten geschont werden.

Um bei wellenförmiger Erdfläche das Auf- und Absteigen der Schiffe durch Schleußen zu vermeiden, so wie bei der Durchkreuzung von Thälern, sind die Kanäle auf, über die Vertiefungen aufgeschütteten, Dämmen hinzuführen, und dann treten die

Digitized by Google

wegen des Durchfiltrirens im VII. Abschnitte aufgeführten Rücksichten ein.

Je ebener die Direktionslinie gelegen ist, desto weniger Schleußen sind nöthig, und da die Erbauung der Schleußen viele Kosten und ihr Gebrauch viele Zeit in Anspruch nimmt, so werden durch eine ebene und möglichst horizontal gelegene Direktionslinie sowohl Kosten bei der Anlegung und Unterhaltung, als auch Zeit bei der Beschiffung der Kanäle erspart. — Da hiernach ebene Gegenden den Kanalanlagen weit günstiger, als Berggegenden sind, so findet man sie auch in ersteren am häufigsten; in diesen genügt es oft, zwischen zwei Flüssen einen Graben zu ziehen, denselben an beiden Enden mit Schleußen zu versehen und aus dem höher gelegenen das nöthige Wasser in den Kanal gelangen zu lassen, daneben aber die untere Schleuße mit Fluththoren gegen das Eindringen der Fluth des dasigen Flusses zu versehen.

Eine Hauptrücksicht verdient die Vermeidung der Verschlämmung der Kanäle durch das zu ihrer Füllung angewendete Wasser sowohl, als auch durch die sich in sie ergießenden Fluthgewässer.

Unter folgenden Umständen kann diese Verschlämmung gänzlich vermieden werden.

1. Wenn ein Kanal nur von solchem Wasser gespeist wird, welches sein Material zuvor in ein natürliches oder künstliches Wasserbecken abgelagert hat, während er gegen allen Zutritt von anderem materialführenden Fluthwasser geschützt ist.

2. Wenn ein Kanal mit Anstalten zur Durchströmung versehen ist, wodurch der in ihm abgelagerte Schlamm wieder hinweggeflößt wird, während er gegen die Ablagerung von grobem Materiale geschützt ist.

So leicht es auch in flachen Gegenden ist, einen Kanal vor dem Einströmen von materialführendem Fluthwasser zu verwahren, so schwierig ist dies oft in Gebirgsgegenden.

Daselbst wird zu diesem Behufe das gegen den Kanal anströmende Gewässer entweder mittelst gewölbter Durchlässe unter

Digitized by Google

dem Kanale hindurch-, oder längs demselben hin-, oder auch mittelst beweglicher hölzerner Pritschen über denselben hinweggeführt.

Wenn der Eintritt von trübem Wasser nicht verhindert und eine hinreichend kräftige Durchströmung nicht bewirkt werden kann, dann ist ein öfter wiederkehrendes, kostspieliges Ausgraben des abgelagerten Materiales nicht zu vermeiden.

§. 6. Oekonomischer Effekt der Schifffahrt — Verhältniß zwischen der Flußschifffahrt, der Kanalschifffahrt und dem Landtransporte.

Legen wir unserer Untersuchung diejenigen Culturverhältnisse zum Grunde, in denen zwar Wagen und Schiffe im allgemeinen Gebrauche waren, wo man dagegen noch nicht auf die Besserung der Wege und die Anlegung von Straßen, so wie auf die Ausbreitung der Schifffahrt durch Schleußen, Kanäle ꝛc. hingewirkt hatte: so haben wir auf der einen Seite die unvollkommenste, und auf der anderen die vollkommenste Art des Transportes vor uns.

Denn der Transport auf einem Schiffe, welches auf einem Flusse stromabwärts, oder auf der See fährt, also zu seiner Bewegung keiner Zugkräfte bedarf, verursacht beiläufig nur $\frac{1}{100}$ der Kosten, welche dieser Transport auf einem natürlichen Landwege verursachen würde. Ist dagegen Zugkraft nöthig, so erfordert dies $\frac{1}{4}$ jener Kosten; ist ferner ein Schiff stromaufwärts zu ziehen, so nimmt zwar dieser Vorzug der Schifffahrt im Verhältnisse der größeren Geschwindigkeit des Wasserstromes ab, allein es gehört ein sehr starkes Gefälle dazu, bis er gänzlich schwindet.

Auf diese Verhältnisse stützt sich die, im 3ten Kapitel des ersten Buches von Adam Smith's Werk über den Nationalreichthum enthaltene, Entwickelung der Vortheile der Schifffahrt.

Nach ihr ist es ihnen zuzuschreiben, daß nach den glaubwürdigsten Nachrichten der Geschichte die ersten Fortschritte der Kunst und des Gewerbfleißes da geschahen, wo das Meer

Digitized by Google

oder große Flüsse die Schifffahrt begünstigten und den Anwohnern die ganze Welt zum Markte der Erzeugnisse ihrer Arbeit eröffneten.

Die Nationen, welche sich zuerst als civilisirt darstellen, waren die, welche rund um die Küsten des mittelländischen Meeres wohnten; denn die ruhige Oberfläche dieses mit vielen Inseln angefüllten Busens war der Schifffahrt schon in den Zeiten ihrer Kindheit sehr günstig. Eben so scheinen die Ufer des Nils, des Ganges und der östlichen Flüsse China's, welche sich vor ihrer Ausmündung in das Meer in mehrere Arme theilen und dadurch der Schifffahrt viele Berührungspunkte darbieten, von den ersten kultivirten Völkern bewohnt gewesen zu sein, so wie sich in späterer Zeit Gewerbfleiß und Cultur vorzugsweise an den von der Schifffahrt besonders begünstigten Seeküsten und Flußufern der Niederlande, Großbritanniens und Nordamerika's entwickelt haben.

Auf der anderen Seite fand man in ausgedehnten Landflächen, welche durch keine Meerbusen und große Flüsse durchschnitten waren, nirgends bedeutenden Gewerbfleiß und Cultur: so in den großen Flächen vom innern Afrika und in den Ländern Asiens, welche in beträchtlicher Entfernung vom schwarzen und kaspischen Meere ost- und nordwärts liegen ꝛc.

Stellen wir diesen Verhältnissen jene gegenüber, in welchen der Mensch auf die Natur der von ihm bewohnten Flächen einwirkt, und einerseits neue Schifffahrtstraßen eröffnet und die Mängel der vorhandenen entfernt, und andererseits durch Stein- und Eisenbahnen den Landtransport erleichtert: so finden wir, daß hierdurch den Binnenländern ein Theil derjenigen Vortheile zugewendet wird, welche die Natur nur den Seeküsten und den Ufern großer Flüsse vorbehalten zu haben geschienen hatte.

Zur Erleichterung des Ueberblickes der sich dadurch gestaltenden Verhältnisse wollen wir die im §. 1 dieses Abschnittes aufgestellten Verhältnißzahlen mit noch einigen anderen vermehren und wiederholt vor unsere Augen bringen.

Nehmen wir an, daß der Transport auf einem ungebauten

Digitized by Google

Landwege dreimal so viele Zugkraft erfordert, als auf einer Steinbahn, und daß nach obiger Angabe das Seeschiff und jenes, welches stromabwärts fährt, nur $^1/_{100}$ der auf natürlichen Landwegen erforderlichen Transportkosten für jeden Zentner seiner Ladung erfordert, so ergeben sich hieraus folgende Verhältnisse:

1) Kostet der Zentner auf dem Landwege . . . 1 Thlr.
2) so kostet er auf einer ebenen und festen Steinbahn . . . . . $^1/_4$.
3) auf einer horizontalen Eisenbahn . . . . . $^1/_9$.
4) wenn er auf einem Schiffe stromaufwärts gezogen wird, bei der Geschwindigkeit von 7 Fuß in der Sekunde . . . . . $^1/_5$.
5) desgleichen bei einer Geschwindigkeit von 3½ Fuß in der Sekunde $^1/_{11}$ oder beiläufig . . $^1/_{11}$.
6) desgleichen, wenn er auf ruhigem Wasser gezogen wird . . . . . $^1/_{21}$.
7) desgleichen, wenn er stromabwärts oder auf der See ohne Zugkraft fortbewegt wird . . . $^1/_{100}$.

Wären demnach 180,000 Zentner in einer gewissen Strecke jährlich zu transportiren, wo bisher ein natürlicher Landweg bestand, und würde derselbe in eine Steinbahn verwandelt, so würde dieser Transport, der früher 180,000 Thlr. kostete, mit 60,000 Thlr. zu bewirken sein, und 120,000 Thlr. würden hieran erübriget werden; von dieser letzten Summe würden aber zu bestreiten sein

1) die Zinsen der Anlagekosten dieser Steinbahn,
2) die Unterhaltungskosten derselben.

Das, was alsdann noch übrig bliebe, würde als reiner Gewinn erscheinen, und den ökonomischen Effekt der Unternehmung bilden.

Wollte man dagegen an der Stelle dieses Landweges einen Schifffahrtskanal anlegen, so würden bei einer solchen Breite desselben, wo kein merklicher Rückstrom einträte, die Transportkosten der betreffenden 180,000 Zentner auf 4000 Thlr. zurücksinken, und somit 176,000 Thlr. erübriget werden, von welchen

Digitized by Google

dann ebenfalls die Zinsen der Anlagekosten und der jährliche Aufwand für die Unterhaltung zurückzurechnen sein würde, um den ökonomischen Effekt der Anstalt zu finden.

Fände dagegen in dem Kanale ein Rückstrom statt, welcher der Geschwindigkeit von 3¼ Fuß in der Sekunde gleichkäme, so würden die Transportkosten 16,000 Thlr., und wenn dieser Rückstrom der Geschwindigkeit von 7 Fuß gleichkäme, würden diese Transportkosten 36,000 Thlr. betragen.

Wäre endlich durch einen Hafenbau oder eine andere Anstalt die See zu diesem Transporte zu benutzen, so würden diese Transportkosten auf 1000 Thlr. herabsinken, welches auch der Fall sein würde für die Thalfahrt bei der Benutzung eines Flusses; wogegen die Bergfahrt, nach Maasgabe der vorkommenden Geschwindigkeit, die oben aufgeführten Summen von 16,000 oder 36,000 Thlr. betragen würde, und hiernach würde sich auf obige Weise allenthalben der ökonomische Effekt auffinden lassen.

Wäre bei der Benutzung eines Flusses die zu transportirende Zentnerzahl zur Hälfte aufwärts und zur anderen Hälfte abwärts zu schaffen, so würde die mittlere Größe der beiden entsprechenden Summen die gesuchten Transportkosten angeben.

Außerdem kömmt hierbei noch in Betracht, daß in nördlichen Gegenden die Benutzung der Schifffahrt im Winter durch den Frost unterbrochen wird, und daß aus diesem Grunde und auch wegen der Schwierigkeit der Schnellfahrt auf dem Wasser neben Schifffahrtstraßen oft noch Landstraßen erforderlich sind, und der oben berechnete Nutzen der Schifffahrt im Vergleiche zu dem Landtransporte sich hiernach noch einschränkt.

Auf der anderen Seite vermehret sich der Nutzen der vollkommeneren Transportmittel dadurch noch bedeutend, daß sich gewöhnlich die Menge der transportirten Lasten in demselben Verhältnisse vermehret, in welchem die Transportkosten sich vermindern.

Digitized by Google

§. 7. Schifffahrtsystem.

Obwohl nur auf den Grund von Berechnungen, welche nach dem Sinne dieser Andeutungen aufzustellen sein möchten, über die Wahl der jedem vorkommenden Falle angemessenen Transportanstalt entschieden werden kann, so lassen sich doch im Allgemeinen folgende Regeln aufstellen:

Da der Transport auf breiten und hinreichend tiefen Flüssen von mäßiger Stromgeschwindigkeit sehr große Vortheile gewährt, so ist die Schifffahrt auf denselben als eine wichtige Staatsanstalt anzusehen, und ihr alle jene Erleichterung zu verschaffen, welche durch den ökonomischen Effekt gerechtfertigt werden kann.

Kommen außerdem auch häufige Transporte in der Richtung anderer, nicht schiffbarer Flüsse vor, oder sind in dieser Richtung bedeutende Transporte nach der Schiffbarmachung derselben mit Sicherheit zu erwarten, so wird diese Schiffbarmachung sehr häufig ebenfalls durch den ökonomischen Effekt gerechtfertiget und daher durch die Natur der Verhältnisse geboten werden. Auch wird diese Schiffbarmachung in der Regel der Anlegung von Schifffahrtskanälen vorzuziehen sein; denn so kostspielig auch die damit zu verbindenden Anstalten sein mögen, die der Fluthstrom nothwendig macht, so kömmt doch in natürlichen Flußbetten keine Verschlämmung des Fahrwassers vor; ferner wird hier das Grundeigenthum nicht in dem Maase verletzt, wie bei der Anlegung neuer Kanäle; endlich wird bei der Benutzung der natürlichen Bette dem Wasser nicht so häufig eine solche Bestimmung gegeben, wodurch es anderen Zwecken entzogen wird.

Erfordert indessen der Verkehr eine Schifffahrtstraße, deren Direktion nicht mit einem Flusse zusammentrifft, so ist die Anlegung eines Kanales unerläßlich.

Bei der Beantwortung der in der jüngsten Zeit häufig zur Sprache gebrachten Frage, ob Schifffahrtskanäle oder Eisenbahnen den Vorzug verdienen, kommen nach obiger Entwickelung folgende Verhältnisse in Betracht:

Digitized by Google

1. Oft muß das zur Speisung eines Kanales bestimmte Wasser anderen Anstalten entzogen werden, welche nach dem in dem folgenden Abschnitte aufzustellenden Maasstabe für die allgemeine Wohlfahrt noch nützlicher sind, als die Kanalschifffahrt, und in diesem Falle fällt der ökonomische Effekt der Kanalanlagen hinweg.

2. Wenn ein Kanal eine für die leichte Fortbewegung der Schiffe hinreichende Breite erhält, so ist nach dem obigen Verhältnisse der Transport von Gütern, welche keine Eile erfordern, weit wohlfeiler, als auf Eisenbahnen; dagegen sind auch seine Anlage- und Unterhaltungskosten größer; ferner wird sein Gebrauch im Winter unterbrochen. Es muß sich hiernach bei mäßiger Frequenz der ökonomische Effekt für die Eisenbahn, und bei stärkerer Frequenz für den Kanal entscheiden.

3. Hat sich die betreffende Anstalt auf beiden Enden an schiffbare Gewässer anzuschließen, so wird durch eine Kanalverbindung ein kostspieliges Umladen aus den Schiffen auf Wagen und umgekehrt von Wagen auf Schiffe vermieden; wogegen in dem Falle, wo sich die betreffende Straße an Landstraßen anschließt, ein solches Umladen bei der Anwendung des Landtransportes vermieden wird; erhält indessen eine Eisenbahn ihre besonderen Fuhrwerke, so geht bei ihr auch in diesem Falle der betreffende Vorzug verloren.

Zehnter Abschnitt.

Grundsätze und Vorschläge zu einem, dem gegenwärtigen Culturstande entsprechenden, Wasserbaugesetze.

§. 1. Einleitung.

Aus der bisherigen Darstellung haben wir einen Ueberblick über die natürlichen Eigenschaften der Gewässer, so wie über

Digitized by Google

die sämmtlichen in einem Staate vorkommenden Anstalten zu deren Benutzung und zur Abwendung des von ihnen zu befürchtenden Schadens erworben; nur auf die Kenntniß dieser Gegenstände und auf ihre Beziehung zur allgemeinen Wohlfahrt kann ein ihrem Zwecke entsprechendes Wasserbaugesetz gegründet werden; da sich dieselben aber erst in der neuesten Zeit zu ihrer gegenwärtigen, hier dargestellten Gestalt ausgebildet haben, so konnte auch von der Vergangenheit kein solches Gesetz erwartet werden.

So wie früher überhaupt der juristische Gesichtspunkt alle Zweige der Staatsverwaltung beherrschte, und keine Berücksichtigung der Staatswirthschaft gestattete, so gingen auch die den Wasserbau betreffenden Bestimmungen nur von diesem Gesichtspunkte aus; anstatt eines Organismus, welcher alle durch den Fortschritt der Zeitverhältnisse gebotenen Entwickelungen und Erweiterungen zuließe, und einerseits als Produkt und andererseits als Ursache des augenblicklichen Culturstandes erschiene, und mit ihm in beständige Wechselwirkung treten könnte, schuf man ein eisernes, unverrückbares Wasserrecht, dessen Basis man in möglichst grauer und roher Vorzeit aufsuchte; daher dann jede Errichtung einer zeitgemäßen Anstalt dieser Art, so kräftig sie auch auf das allgemeine Wohl einzuwirken versprach, scheitern mußte, sobald nur ein einziger, auch der kleinste Anstand nicht auf dem Wege der gütlichen Uebereinkunft beseitiget werden konnte, und daher vor die Gerichte gebracht wurde, und dies nicht etwa, weil sie absichtlich immer zum Nachtheile dieser Anstalten erkannten, sondern weil die betreffenden Fragen, nach sehr kostspieligen und langen Verhandlungen, entweder zu keiner Beantwortung gelangten, oder weil die erfolgten Entscheidungen nicht von der Natur der betreffenden Gegenstände, sondern von der Art ihrer Behandlung, oder vielmehr von der Geschicklichkeit der sie vertretenden Anwälte abhing.

Forderte diese Behauptung noch besondere Belege, so würden wir sie, wenigstens in Deutschland und Frankreich, allenthalben finden.

Digitized by Google

Aber nicht allein in dieser Unbestimmtheit und Unvollständigkeit liegt das Gebrechen dieser Gesetze, sondern dasselbe beruht noch mehr und hauptsächlich auf der Falschheit ihres Grundprinzips, indem man auf die Gewässer dasselbe anwendete, was für die Grundfläche bestand.

Die Grundfläche eines Staates kann nur bei ihrer Vertheilung unter eine Menge einzelner Besitzer, mittelst genauer und durch die Gesetze streng zu beschützender Grenzen, so benutzt werden, wie dies die allgemeine Wohlfahrt erheischt.

Dagegen erscheinen die in einem Staate vorkommenden Gewässer als ein Gemeingut der sämmtlichen Glieder desselben, welches die verschiedenen, mit den Fortschritten der Cultur vielfältig wechselnden Zwecke dieser Staatsglieder auf die verschiedenste Weise zu unterstützen hat; daher in Gemäßheit der Wandelbarkeit der Bedürfnisse der Landwirthschaft, der Gewerbe, des Handels und der Haushaltungen auch die Anstalten, welche zur Abwendung der von den Gewässern zu befürchtenden Nachtheile und zu ihrer Benutzung für die menschlichen Zwecke derselben Wandelbarkeit unterliegen müssen. Aus diesem Grunde kann von einem besonderen Eigenthume dieser Gewässer als solche, wie es das sogenannte Wasserrecht aufzustellen gesucht hat, hier nicht die Rede sein; wohl aber können Gerechtsame auf die eine oder die andere Benutzungsart des einen oder des anderen Gewässers durch Verträge oder durch Verjährung erworben worden sein, welche aber eine naturgemäße Gesetzgebung nur in sofern anerkennen wird, als sie mit den anderweiten Ansprüchen des Culturstandes nicht im Widerspruche stehen, und als sie ohne Entschädigung ihren Besitzern nicht entzogen werden können.

§. 2. Allgemeine Grundsätze für das Wasserbau-Gesetz.

Wohlfahrt und Recht, oder Recht und Wohlfahrt, bilden die Ideale, nach deren Verwirklichung die Staatsverwaltungen aller civilisirten Völker streben. Sollte auch das Recht in der

Digitized by Google

Wohlfahrt inbegriffen sein und von ihr bedingt werden, oder sollte, wie Andere wollen, die Herrschaft des Rechts schon den Haupttheil des Staatszweckes ausmachen, und die Wohlfahrt nur als eine unerläßliche Zuthat erscheinen: so wird doch immer die Wohlfahrt durch alle mögliche Mittel zu befördern sein, sofern hierdurch das Recht nicht verletzt wird. Die möglichst vollständige Erreichung dieses Zieles hängt hauptsächlich von der richtigen Wahl und gehörigen Würdigung dieser Mittel ab.

Das erste dieser Mittel ist die Sicherstellung des Lebens und Eigenthumes der Glieder des Staatsverbandes gegen alle Gefahren, womit sie

a) durch andere Menschen, oder
b) durch Naturkräfte und wilde Thiere bedroht werden könnten.

Erstere Gefahren werden beseitiget durch die Aufrechthaltung der Herrschaft des Rechts, und letztere durch Maasregeln gegen Pest, Feuer, Ueberschwemmung und das Verbreiten wilder und wüthender Thiere.

Nächst der Abwendung dieser Gefahren ist es der Besitz der materiellen Güter, welcher am wirksamsten die verlangte Wohlfahrt verschaft; denn diese Güter sind zur Erhaltung des physischen Lebens, so wie zur Erreichung beinahe aller höheren menschlichen Zwecke erforderlich; es ist daher auch das menschliche Streben zunächst und hauptsächlich auf den Erwerb dieser Güter gerichtet.

Dieses Streben bedarf zwar im Allgemeinen zur Erlangung eines günstigen Erfolges nur der Freiheit und des Schutzes der Gesetze gegen alle Störungen und Beschränkungen; erheischen jedoch die Umstände ein übereinstimmendes Zusammenwirken Mehrerer, dann ist wegen der Ungewißheit ihrer Vereinbarung die Vermittelung oder auch das Einschreiten der Staatsverwaltung, und daher auch die Anlegung und Erhaltung der hierzu nöthigen Anstalten unter der Aufsicht öffentlicher Behörden nöthig.

So wie sich auf diese Grundwahrheiten alle Maasregeln und gesetzliche Bestimmungen der Staatsverwaltungen stützen müssen, so muß auch das Wasserbaugesetz auf sie gegründet

Digitized by Google

werden, und es folgen in Beziehung auf dieses Gesetz hieraus folgende einzelne Grundsätze.

1. Da die Staatsverwaltung die Wohlfahrt der sämmtlichen Staatsglieder, mit Berücksichtigung der Wohlfahrt der späteren Geschlechter, so viel dies von ihr geschehen kann, zu befördern hat: so hat sie auf die im Staatsgebiete vorkommenden Gewässer auf eine solche Art einzuwirken, wodurch dieser Zweck am vollkommensten erreicht wird.

2. Da das Leben und die Gesundheit die größten Güter sind, von deren Erhaltung die Wohlfahrt der Einzelnen und der Gesammtheit der Glieder des Staatsverbandes abhängt, so müssen auch diejenigen Anstalten, welche von Seiten der Staatsverwaltung in Beziehung auf den Wasserbau zur Erhaltung dieser Güter anzuordnen sind, den ersten Rang einnehmen, und alle übrigen müssen als minder wichtig und als diesen nachgeordnet erscheinen.

Hierher gehört die Abwendung der Ueberschwemmung von den die Flüsse und Meere begrenzenden Niederungen, die Entfernung der ihre Umgegend verpestenden Sümpfe, die Herbeischaffung von gutem Trinkwasser an die Stelle von ungesundem ꝛc.

3. Da die Erzeugung materieller Güter eine Bedingung der Existenz und der Wohlfahrt der sämmtlichen Glieder des Staatsverbandes, ja selbst die Grundlage und den Maasstab für die Größe der Bevölkerung der Staaten bildet, so sind auch diejenigen Maasregeln von großer Wichtigkeit, welche die oben erwähnten gemeinschaftlichen Anstalten zu dieser Erzeugung zu schaffen und zu erhalten bestimmt sind.

Unter den in unser Gebiet gehörigen Anstalten dieser Art möchte nach diesen Grundsätzen folgende Rangordnung aufzustellen sein.

a) Anstalten zur Entwässerung der Flußgebiete, als Flüsse, Bäche und Gräben. — Diese Anstalten haben neben der Beförderung der Erzeugung von materiellen Gütern auch die Entfernung von Sumpfluft und die Herbeiführung der Bewohnbarkeit der Niederungen zum Zwecke.

Digitized by Google

b) Anstalten zur Versorgung der menschlichen Wohnsitze mit Wasser zum Trinken, so wie zum Bedarf der Haushaltungen und der bürgerlichen Gewerbe.

c) Anstalten zur Verhinderung der Abschwemmung des fruchtbaren Bodens von den Berghängen.

d) Anstalten zur Bewässerung der Ländereien zum Behufe der Erhöhung ihrer Fruchtbarkeit.

e) Anstalten zur Erleichterung und Erweiterung der Schifffahrt.

f) Anstalten zum Betriebe von Maschinen durch das Gefälle der Gewässer.

Ueber die Stellung der übrigen Anstalten wird nichts zu erinnern nöthig sein; nur mit derjenigen für die Erleichterung und Ausdehnung der Schifffahrt möchten Manche nicht einverstanden sein, besonders weil man ihnen früher häufig den ersten Rang angewiesen hat.

Jene Ansicht über die höhere Bedeutung der Schifffahrt wurde zu der Zeit der Herrschaft des Merkantilsystems ausgesprochen, und hat sich seit der Berichtigung jener staatswirthschaftlichen Ansichten in den Schriften über Wasserrecht ꝛc. noch fortwährend erhalten.

Die im IX. Abschnitte vorkommende Würdigung des Einflusses der Schifffahrt auf die allgemeine Wohlfahrt wird dargethan haben, daß ich den Nutzen derselben keineswegs verkenne; sollte aber der Fall eintreten, daß eine lange Flußstrecke nur zum Bewässern der sie umgebenden Ländereien oder zur Schifffahrt benutzt werden könnte, so würde bei einer Berechnung des ökonomischen Effektes beider Anstalten sich der größere Nutzen öfter auf der Seite der Bewässerung zeigen.

Hierzu kömmt noch, daß bei eintretendem Wassermangel in einem natürlichen Flußbette zum Behufe der Schifffahrt diesem Mangel durch Aufstauungen mittelst Schleußen, oder durch die Anlegung von Schifffahrtskanälen, welche mit wenigerem Wasser gespeist werden können, abgeholfen werden kann, und daß in Ermangelung der Schifffahrt überhaupt gute Straßen sie ersetzen

Digitized by Google

können; wogegen die Vortheile der Bewässerung auf keine andere Weise, als durch die Benutzung des auf der betreffenden Stelle fließenden Wassers erlangt werden können.

Auf der andern Seite möchte die Frage entstehen, ob der Schifffahrt ein Vorzug vor der Benutzung des Wassers zum Betriebe von hydraulischen Maschinen zustehe. Allerdings mag der Nutzen dieser beiden Anstalten oft gleich, ja der der letzteren zuweilen überwiegend erscheinen; allein die Anstalten der Schifffahrt erfordern gewöhnlich eine sehr große Ausdehnung, und ihre Direktionslinie ist an die Form der durchzuschneidenden Flächen und somit an die Benutzung gewisser Gewässer gebunden; wogegen hydraulische Maschinen als kleine isolirte Anstalten erscheinen, welche an jeder Stelle, wo sich ein Wasserfall vorfindet, aufgestellt und in Ermangelung desselben durch Windmühlen, Dampfmaschinen ꝛc. ersetzt werden können.

4. Auf den Grundsatz 1 und 2 und auf diese Rangordnung stützt sich folgendes Ideal der Behandlung der in einem Staate vorkommenden Gewässer.

a) In den gesammten Flußgebieten darf es beim gewöhnlichen Wasserstande der Flüsse dem Wasser nirgends an Abfluß fehlen, und es dürfen daher nirgends Versumpfungen entstehen; auch muß das ausgetretene Wasser, nach dem Zurückfallen der Fluth in den Betten der Bäche und Flüsse selbst, sich alsbald auch aus den Ueberschwemmungsgebieten zurückziehen; diese Gebiete dürfen sich endlich nirgends weiter erstrecken, als dies denselben entweder zum Nutzen gereicht, oder als es die Abklärung des Fluthwassers nothwendig macht.

Allenthalben müssen die Betten der Flüsse und Bäche so weit offen gehalten werden, daß sie die hier beschriebene Entwässerung bewirken, und nirgends darf eine der übrigen oben aufgeführten Anstalten dieselbe stören.

b) Alle menschlichen Wohnsitze und vorzugsweise die bevölkerteren sind mit dem zum Trinken für die darin sich aufhaltenden Menschen, und zur Versorgung der darin befindlichen

Haushaltungen und bürgerlichen Gewerbe nöthigen Wasser dergestalt zu versehen, daß dieses Wasser nach seiner Beschaffenheit und Menge dem betreffenden Bedürfnisse vollkommen entspricht, und den für diesen Gebrauch am bequemsten gelegenen Stellen zufließe. Bei der Errichtung und Erhaltung der hierzu nöthigen Anstalten darf einerseits die oben erwähnte, möglichst vollkommene Entwässerung der Flußgebiete nicht gestört werden, andererseits dürfen sie selbst durch keine der in der Rangordnung ihnen nachstehende Anstalten gestört oder beschränkt werden.

c) Von allen steilen, zu Acker- und Grabland benutzten Berghängen ist das Abflößen der oberen, fruchtbaren Erdschichte zu verhindern, jedoch nur in sofern, als dies ohne Beeinträchtigung derjenigen Anstalten geschehen kann, welche nach obiger Rangordnung den zu dem vorliegenden Zwecke bestimmten vorausgehen; dagegen darf keine der nachgeordneten Anstalten die hier betreffenden beeinträchtigen.

d) Alle diejenigen Ländereien, deren Fruchtbarkeit durch ihre Bewässerung erhöht werden kann, sind mittelst des für sie benutzbaren Wassers zu bewässern, jedoch nur soweit, als dies ohne Beeinträchtigung der in der Rangordnung ihnen vorausgehenden Anstalten geschehen kann. Dagegen darf keine der nachgeordneten Anstalten diese Bewässerungen beschränken.

e) Das vorhandene Wasser ist allenthalben, wo dies dem Waarentransporte und Verkehr vortheilhaft ist, zur Schifffahrt in Flüssen und Kanälen zu benutzen; jedoch nur mit dem Vorzugsrechte vor der diesen Anstalten nachgeordneten Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen.

f) Alles in den fließenden Gewässern vorkommende Gefälle ist zum Betriebe von hydraulischen Maschinen zu benutzen, jedoch nur in sofern, als dies ohne Beeinträchtigung aller übrigen, in obiger Rangordnung aufgeführten Anstalten geschehen kann.

Digitized by Google

Nur durch die möglichste Annäherung der sämmtlichen, in einem Staate vorhandenen und hervorzurufenden, hydrotechnischen Anstalten zu diesem Ideale können alle durch das Wasser den Menschen angedrohten Gefahren möglichst beseitiget, so wie die Erzeugung der materiellen Güter am wirksamsten gefördert, und somit die allgemeine Wohlfahrt, so weit sie vom Wasserbau abhängt, am vollkommensten erhöht werden.

5. Stellen wir diesem Ideale die Wirklichkeit gegenüber, so finden wir,

a) daß sehr häufig diese Anstalten entweder nur mangelhaft oder gar nicht da vorkommen, wo das Bedürfniß sie verlangt und die Ortsverhältnisse sie begünstigen würden;

b) daß Anstalten von niederem jene von höherem Range verdrängen oder beeinträchtigen, oder auch, daß Anstalten von gleichem und von verschiedenem Range sich ohne Noth wechselseitig beschränken.

Indessen erscheinen sowohl diese Anstalten, so weit sie bereits existiren, als auch diejenigen Grundstücke, welche zur Errichtung der noch nicht existirenden benutzt werden müßten, als unter dem Schutze der Gesetze stehende Gerechtsame und Grundbesitzungen, deren Unverletzlichkeit die Verwirklichung jenes Ideals unmöglich macht. Auch selbst die Entfernung der im ersten Grundsatze aufgeführten Gefahren für das Leben und die Gesundheit der Staatsglieder kann oft nicht bewirkt werden, ohne diese Gerechtsame und Besitzungen zu verletzen.

Die betreffenden Anstalten sind indessen für die Erreichung des Zweckes des Staatsverbandes eben so wichtig, als die Herrschaft des Rechts selbst; es erscheint daher als eine wichtige Aufgabe der Gesetzgebung, diese beide hier in Collision tretende Mittel zur Erreichung des Staatszweckes so zu modifiziren, daß der dadurch zu erzielende Gesammteffekt für die Erreichung des gedachten Staatszweckes möglichst günstig werde.

Glücklicherweise ist das Mittel zur Befriedigung dieser Anforderungen schon längst aufgefunden und vielfältig erprobt, und es bedarf nur der Bestimmung, unter welchen Umständen es im

Digitized by Google

Wasserbaugesetze Anwendung finden soll; es ist dies die gerichtliche Abschätzung und Bezahlung der für diese Anstalten von ihren Eigenthümern abzutretenden Gerechtsame und Grundstücke.

6. Damit jedoch keine zu ausgedehnte und willkührliche Anwendung von dieser Bestimmung gemacht werde, so sind im Gesetze die Umstände genau vorzuzeichnen, unter welchen jene Anwendung eintreten darf.

Als solche Umstände möchten folgende erscheinen:

a) Der ökonomische Effekt der Anstalt, zu deren Gunsten die Verzichtleistung auf Gerechtsame und Grundeigenthum verlangt wird, muß durch eine von der Staatsverwaltung geprüfte Berechnung nachgewiesen sein.

b) Sie muß den Vortheil von mehreren Staatsgliedern bezwecken, und (mit Ausnahme der Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen) das Eigenthum Mehrerer, oder ganzer Gemeinden, oder des Staats sein oder werden.

c) Die betreffende Anstalt muß unter der Aufsicht der Staatsverwaltung errichtet werden.

Da sich das hier zu entwickelnde Wasserbaugesetz zum großen Theile auf die Verpflichtung zur Abtretung der für seine Zwecke erforderlichen Gerechtsame und Grundstücke, gegen Erstattung des gerichtlich ermittelten Werthes, gründet: so wollen wir hier noch einige Gründe aufführen, welche diese Maasregel unterstützen.

a) Da bei dieser Maasregel ein vollständiger Ersatz des Werthes der betreffenden Gegenstände geleistet wird, so ist für die Eigenthümer derselben kein wahrer Verlust mit deren Abtretung verbunden, sondern nur eine Verletzung des Rechtes der freien Verfügung, welcher Verlust daher auch nur ein ideeller genannt werden kann, weil gewöhnlich mit dem empfangenen Equivalent ein anderer Gegenstand von derselben Güte und denselben Eigenschaften erworben werden kann.

b) Da der Verwaltung jedes Staates unbezweifelt das Recht zusteht, von dessen Gliedern alle diejenigen Abgaben und

Digitized by Google

Leistungen, ja selbst persönliche Dienste zu verlangen, welche sie zur Verwirklichung des Staatszweckes für nöthig erachtet: so muß ihr auch das Recht zustehen, jenen gezwungenen Tausch zu verlangen, da mit ihm im schlimmsten Falle nur ein ideeller Verlust verbunden ist.

c) Bei der Anlegung von Straßen, Schifffahrtskanälen, Flußdurchstichen, Ent- und Bewässerungsgräben ꝛc. ist diese Maasregel oft allgemein, zuweilen auch nur für einzelne Fälle angewendet worden; diese genannten Anstalten haben aber keinen wichtigeren Zweck für die allgemeine Wohlfahrt, als die übrigen hier in Rede stehenden Anstalten, da es auch dort hauptsächlich um die leichtere Erzeugung materieller Güter galt, und hier, bei den unter a und b der Rangordnung aufgeführten Anstalten, auch Rücksichten für die Erhaltung des Lebens und der Gesundheit der Staatsbewohner noch hinzutreten.

§. 3. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Unterhaltung der natürlichen Flußbette und deren Ufer.

Da die Unterhaltung der Bette der kleineren Gewässer, wegen ihrer allzugroßen Menge, dem Staate zu viele Geschäfte verursachen, jene der größeren aber, wegen ihrer Kostspieligkeit und der dazu nöthigen Umsicht, den einzelnen Gemeinden nicht überlassen werden kann: so hat man dieselben, in Beziehung auf die Verpflichtung ihrer Unterhaltung, in zwei Klassen getheilt, und die kleineren den Gemeinden, in deren Markungen sie fließen, die größeren aber dem Staate zugewiesen. Es fand sich indessen hierzu in der Natur keine sichere Grenze; häufig rechnete man die schiff- und flößbaren Gewässer zu den großen und alle übrigen zu den kleineren; allein auch diese Abgrenzung ist nicht scharf genug für den vorliegenden Zweck, weil sich in der Wirklichkeit schiffbare und beschiffte Gewässer unterscheiden lassen, und auch die Beschiffung in einem sehr geringen Grade statt finden kann, als z. B. blos mit Fischernachen; ferner blieben hierbei oft Flußbette den Gemeinden überlassen, welche für die allge-

Digitized by Google

meine Wahlfahrt zu wichtig waren, als daß die ungeschickte Behandlung, welche sie von diesen erfuhren, den steigenden Anforderungen der Cultur hätten entsprechen können. Endlich erscheint es naturgemäß, daß die an einem Flusse oberhalb liegenden Gemeinden zur Unterhaltung der unterhalb liegenden Flußstrecken mitwirken, weil eines Theils die Entwässerung der oberen Markungen oft von dem Zustande der unteren Flußstrecken abhängt, auch diese unteren Strecken wegen ihrer größeren Profile mehr Kosten verursachen. Es möchten daher folgende, mit Rücksicht auf die obigen allgemeinen Grundsätze und diese Verhältnisse entworfenen Vorschläge eine nähere Prüfung verdienen.

1. Jedes Bett eines fließenden Wassers ist von seinem Anfangspunkte (der Quelle) an, bis zu dem Punkte, wo es die Grenze des Grundstückes verläßt, auf welchem sich dieser Anfangspunkt befindet, von dem Eigenthümer dieses Grundstückes zu unterhalten. Diese Strecke heißt Privatfluß.

2. Von dem Punkte, wo ein Gewässer ein zweites Grundstück berührt, bis zu jenem, wo es die Grenze der Gemeindemarkung überschreitet, in welcher es sich befindet, also von jedem in einer Gemeindemarkung entspringenden Gewässer, sobald es das Grundstück verlassen hat, von welchem es ausgeht, ist das Bett von der betreffenden Gemeinde zu unterhalten, und diese Strecke heißt Gemeindefluß.

3. Von dem Punkte, wo ein Gewässer eine zweite Gemeindemarkung berührt, bis zu jenem, wo es die Grenze des Amtes (Landrathsbezirks) überschreitet, in welchem es sich befindet, also von jedem in einem Amte entspringenden Gewässer, sobald es die Gemeindemarkung verlassen hat, von welcher es ausgeht, ist das Bett von dem betreffenden Amte zu unterhalten; ferner sind alle Bette derjenigen Gewässer, welche über die Amtsgrenze eingetreten sind, und bevor sie aus derselben heraustreten, von ihrer Quelle an noch nicht mehr als 5 Gemeindemarkungen durchschnitten haben, vom betreffenden Amte zu unterhalten, und es heißen diese Strecken Amtsflüsse.

Digitized by Google

4. Von dem Punkte, wo ein Gewässer, welches nach der letzten Bestimmung nicht zu den Amtsflüssen gehört, einen zweiten, dritten ꝛc. Amtsbezirk berührt, bis zu jenem, wo es die Grenze der Provinz überschreitet, ist sein Bett von der betreffenden Provinz zu unterhalten, und diese Strecke heißt Provinzialfluß.

Die zur Unterhaltung der Bette gehörigen Arbeiten sind:

a) die Offenhaltung der Bette durch die Hinwegräumung der Alluvionen, Verwachsungen ꝛc.;
b) die Ausführung der zum Behufe der besseren Abführung der Fluthen nöthigen Durchstiche;
c) diejenigen Uferbauten an Provinzialflüssen, welche durch bloße Weidenpflanzungen nicht zu vermeiden waren, und daher neben diesen zum Behufe der Abführung der Gewässer noch nothwendig erscheinen.

Von diesen Arbeiten zur Offenhaltung der Bette sind jene zu unterscheiden, welche den Schutz der die Ufer begrenzenden Grundstücke bezwecken; von diesen letzteren fällt die nach technischem Gutachten zur Erhaltung der Ufer aller Arten von Flüssen nöthige Weidenpflanzung den Besitzern der anstoßenden Grundstücke zur Last, welche auch als Eigenthümer der Ufer bis zum niedrigsten Wasserstande anzusehen sind, und durch die Abnutzung dieser Pflanzungen für ihren deshalbigen Aufwand entschädigt werden.

Ferner haben die Eigenthümer der Ufer der Privat-, Gemeinde- und Amtsflüsse den gesammten, an ihnen vorkommenden Uferbau — auch wenn er nicht durch bloße Weidenpflanzung bewirkt werden kann — zu bestreiten.

Wird die Entfernung eines Grundabbruches an einem Provinzialflusse von dem Besitzer des anschließenden Ufers gewünscht, während sie zur regelmäßigen Erhaltung des Bettes behufs der Abführung der Fluthen nicht nöthig erscheint: so fällt der hierzu nöthige Uferbau diesem Grundeigenthümer zur Last; wird beiden

Digitized by Google

Anforderungen zugleich entsprochen, so sind die Kosten zwischen der Provinz und diesem Grundeigenthümer zu theilen.

Entspricht es in einer Strecke eines Provinzialflusses von untergeordneter Größe nicht dem ökonomischen Effekte, von Seiten der Provinz die konkaven Ufer vor ihrer weiterer Ausbiegung zu schützen, und würde diese Beschützung auch den Besitzern der anliegenden Grundstücke einen größeren Aufwand verursachen, als der für sie davon zu erwartende Nutzen ist: so sind die im Flusse befindlichen Grenzen*) an die konveren Ufer zu verlegen, daselbst auszusteinen, und die jenseits dieser ausgesteinten Grenze entstehende Alluvion den Besitzern der gegenüberliegenden Grundstücke zu überweisen, damit die im fünften Abschnitte, §. 5, bemerkte Verschwendung von Kräften vermieden werde.

Die Offenhaltung der Bette und die Sicherung der Ufer an allen diesen Flüssen sind unter die polizeiliche Aufsicht des Staatswasserbaupersonales zu stellen, mit der einzigen Ausnahme der Privatflüsse, wenn deren Gewässer nicht für die Zwecke Anderer benutzt werden.

Die auf Kosten des Staates, der Provinzen, Aemter oder der Gemeinden an denselben vorzunehmenden Arbeiten müssen unter der unmittelbaren Leitung dieses Personales, die übrigen Arbeiten aber unter dessen mittelbarer Leitung geschehen.

§. 4. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Bewallung der Niederungen zum Schutze gegen Ueberschwemmungen.

Die von den Fluthen der Flüsse und des Meeres über-

*) So sehr für die Staaten die Wasserscheiden, und für die Flurmarkungen und Grundstücke die Straßen und Wege sich zu Grenzen eignen, so unzweckmäßig sind hierzu die natürlichen Gewässer; eben so ist es unzweckmäßig — wie auch Woltmann, in seinem baurechtlichen Verfahren bei der Verbesserung der Flüsse, dies deutlich nachweißt — den Thalweg der Flüsse zur Grenze zu setzen, da sich dieser oft gar nicht scharf bestimmen läßt; dagegen ist die Mitte des Bettes eine viel genauer darzustellende Linie.

Digitized by Google

schwemmten Niederungen bilden immer zusammenhängende Flächen von größerer oder kleinerer Ausdehnung. Die Besitzer der sämmtlichen Grundstücke, welche zusammengenommen eine solche Fläche bilden, sind entweder gleichmäßig oder in verschiedenem Grade bei der Abwendung der betreffenden Ueberschwemmung interessirt; es ist daher auch der Billigkeit gemäß, daß sie in demselben Verhältnisse zur Bestreitung der Kosten der Eindeichung konkurriren.

Wird eine solche von der Mehrzahl der Interessenten gewünschte Eindeichung auch von der Staatswasserbaubehörde zweckmäßig gefunden, so müssen auch diejenigen Interessenten, welche nicht einverstanden sind, an der Anlage Theil nehmen.

Jede solche Gemeinschaft bildet einen eigenen Deichverband. Erscheint es dem Interesse dieses Verbandes angemessen, auf die Senkung des Wasserspiegels oder die Regulirung des Flusses hinzuwirken, von welchem die abzuwendenden Ueberschwemmungen herrühren, und hat die oberhalb gelegene Flußstrecke hiervon keinen Nutzen zu erwarten: so hat der Deichverband die dadurch entstehenden Kosten allein zu tragen; bringen aber diese Arbeiten auch der gedachten Flußstrecke Vortheile, so hat die Provinz, welcher die Unterhaltung des Bettes dieses Flusses obliegt, zu den Kosten zu konkurriren.

Die zu diesem Zwecke zu vollziehenden Arbeiten müssen unter der unmittelbaren Leitung des Staatswasserbaupersonales geschehen, und die dazu errichteten Anstalten sind unter seine polizeiliche Aufsicht zu stellen.

§. 5. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Entwässerung der Sümpfe.

Die Staatsverwaltung hat durch die von ihr einzusetzende Wasserbaubehörde alle im Staate vorkommenden Sümpfe nach den im VI. Abschnitte aufgestellten drei Klassen aufnehmen zu lassen, und dann deren Entwässerung in derjenigen Reihenfolge, welche ihre Schädlichkeit und der ökonomische Effekt vorschreibt, bewirken zu lassen.

Digitized by Google

Zu diesem Behufe hat die gedachte Behörde sich vorerst die Ueberzeugung zu verschaffen, daß nach den Ortsverhältnissen die Entwässerung jedes betreffenden Sumpfes ausführbar ist; dann hat die Staatsverwaltung den Eigenthümern eine Frist von 3 Jahren zu setzen für den Anfang der Arbeiten, und eine andere, welche mit der Ausdehnung derselben im Verhältnisse stehen muß, zur Vollendung dieser Arbeiten.

Erklären sich die Eigenthümer zur eigenen Ausführung bereit, so haben sie ihr Projekt von der Wasserbaubehörde prüfen oder ein solches von dieser entwerfen zu lassen. Sie werden hierauf zum Erwerbe der zur Ausführung des Projektes nöthigen fremden Grundfläche, oder der dazu erforderlichen fremden Gerechtsame, mittelst gerichtlicher Taxation ermächtiget, und schreiten unter der mittelbaren Aufsicht der gedachten Behörde an das Werk.

Verweigern sie dagegen die eigene Ausführung, oder lassen sie die gesetzten Fristen verstreichen, so übernimmt der Staat die Ausführung, und es ist alsdann folgendergestalt zu verfahren:

Es wird die ganze Sumpffläche nach ihrem bisherigen ökonomischen Ertrage gerichtlich abgeschätzt und ihren bisherigen Eigenthümern bezahlt; hierauf wird die Entwässerung durch das Wasserbaupersonal *) auf Kosten des Staates unternommen und nach der Vollendung derselben wird sie in angemessene Abtheilungen gebracht und wieder verkauft, und im Falle sich nicht sogleich eine hinlängliche Anzahl von Käufern vorfinden sollte, wird sie theilweise einige Zeit verpachtet. Im Falle einer großen Ausdehnung sind darin neue Ansiedelungen zu begünstigen,

*) Mit diesem Vorschlage werden die Verehrer der großen Entrepriſen und jene, welche ein umsichtiges und redliches Baupersonale noch nicht kennen gelernt haben, nicht übereinstimmen; dennoch bin ich nach meinen Erfahrungen überzeugt, daß bei dem Geiste, in welchem nach §. 11 dieses Abschnittes dieses Personal zu bilden ist, sich die hier vorgeschlagene Behandlungsart als die vortheilhafteste darstellen wird.

Digitized by Google

und nöthigenfalls zu diesem Behufe mit ebenfalls zu verpachtenden Wohnhäusern und Wirthschaftsgebäuden zu versehen.

Ist zum Behufe dieser Entwässerung ein Flußbett zu senken, und gereicht diese Maasregel auch dem oberhalb gelegenen Flußgebiete zum Vortheile, so hat die Provinz einen Theil der Kosten dieser Verbesserung zu übernehmen.

§. 6. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Benutzung des Wassers zur Haushaltung und zum Betriebe von bürgerlichen Gewerben.

Bei der Wichtigkeit, welche das den Haushaltungen und bürgerlichen Gewerben zur Verfügung zu stellende Wasser nach seiner Güte, Menge und der Nähe seines Ausflusses für die Wohlfahrt der Bewohner der einzelnen Wohnsitze hat, ist das Staatswasserbaupersonal zu beauftragen, sein Augenmerk vorzugsweise auf diesen Gegenstand zu richten und dem sich offenbarenden Bedürfnisse allenthalben entgegenzukommen.

Die zu diesem Behufe zuzuleitenden Quellen und fließenden Gewässer müssen von deren früheren Besitzern gegen Ersatz des für sie gehabten Werthes abgetreten werden; wird indessen ein solches Gewässer von einem Wohnsitze in Anspruch genommen, welches von den Haushaltungen und Gewerben eines anderen Wohnsitzes schon benutzt wurde: so ist zu untersuchen, für welchen der beiden betreffenden Wohnsitze es am meisten Werth hat, und wessen Bedürfniß am leichtesten auf andere Weise befriedigt werden kann.

Die Kosten zu diesen Anlagen sind immer von den Bewohnern der betreffenden Wohnsitze zu bestreiten. Kann eine zu dem betreffenden Zwecke anzulegende Wasserleitung zugleich zum Bewässern von Ländereien, zur Schifffahrt oder zur Bewegung hydraulischer Maschinen benutzt werden: so ist diese Benutzungsart mit der ersten zu verbinden, und dann haben die Besitzer dieser letzteren Anstalten einen verhältnißmäßigen Antheil der Kosten zu tragen.

Digitized by Google

§. 7. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Beschützung der Dammerde der, an Bergen gelegenen, Grundstücke gegen das Abflößen derselben.

Zur Erzielung der im IV. Abschnitte dargestellten Vortheile, welche der Acker- und Weinbau in Berggegenden durch die daselbst beschriebenen Schutzanstalten zur Erhaltung der Dammerde erlangen würde, hat das Wasserbaupersonale diejenigen Berghänge aufzusuchen, auf welchen die betreffenden Anstalten den größten Nutzen stiften würden. Für diese Berghänge hat es vollständige Projekte solcher Anstalten zu entwerfen; diese Projekte sind dann den Besitzern der sämmtlichen, an diesen Berglehnen gelegenen Grundstücke vorzulegen, worauf dieselben sich über die Annahme, oder gänzliche Verweigerung, oder auch über allenfallsige Abänderungen zu erklären haben. Die vorgeschlagenen Abänderungen werden vom Wasserbaupersonale geprüft und bei der Ausführung möglichst berücksichtiget.

Die Kosten der Anlagen sind von den gedachten Besitzern der betreffenden Grundstücke zu tragen; doch sind hier, wie überall, die Arbeiten des Wasserbaupersonales vom Staate zu bezahlen, und im Falle in einer, in einer Berggegend gelegenen, Provinz die Annahme der entworfenen Projekte allenthalben von der Mehrzahl der Grundeigenthümer verweigert werden sollte: so würden für die ersten Ausführungen Prämien zu bewilligen sein, bis, von dem Nutzen überzeugt, die Interessenten die Errichtung von dergleichen Anstalten selbst begehren würden.

§. 8. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Bewässerung der Ländereien.

Zur Erzielung der im Abschnitte VII. beschriebenen Vortheile, welche durch die Anlegung gemeinschaftlicher Bewässerungsanstalten, besonders in wärmeren Sand- und in unebenen und bergigen Gegenden erlangt werden können, hat das Wasserbaupersonal diejenigen Oertlichkeiten in jeder Provinz aufzusuchen, in welchen solche Anstalten den größten ökonomischen Effekt versprechen; hierauf hat dasselbe über diese Anstalten vollständige

Digitized by Google

Projekte zu entwerfen, diese Projekte sind sodann den sämmtlichen Besitzern der, mittelst dieser Anstalt, zu bewässernden Grundstücke vorzulegen, und ihre Erklärungen über die Annahme oder Verweigerung, oder auch über allenfallsige Abänderungen in den Projekten zu vernehmen; im Falle der Annahme sind, mit möglichster Berücksichtigung der vorgeschlagenen Abänderungen, die Projekte durch das gedachte Wasserbaupersonal auf Kosten der betreffenden Grundeigenthümer auszuführen.

Die Stimmenmehrheit ist bei den oben gedachten Erklärungen entscheidend, und es darf, bei der hiernach erfolgten Annahme eines Projektes, sich kein Besitzer eines in der zu bewässernden Fläche gelegenen Grundstückes von der Theilnahme ausschließen.

Da nicht genau voraus zu bestimmen ist, in wiefern die zu bewässernde Fläche gleichzeitig überrieselt oder befeuchtet werden kann: so kann erst nach einigen Proben die Wässerordnung festgesetzt werden, nämlich die gesetzliche Bestimmung, in welcher Reihenfolge nach Zeit, Umfang und Wassermenge die einzelnen Grundstücke die Bewässerung genießen können. Diese Bestimmungen sind von der untern Verwaltungsbehörde und der Wasserbaubehörde gemeinschaftlich nach dem Prinzipe der möglichst gleichmäßigen Vertheilung und der Anwendung der möglichst einfachen und am wenigsten kostspieligen Mittel festzusetzen.

Die Handhabung dieser Wässerordnung, nämlich die Zu- und Ableitung, so wie die vorschriftsmäßige Vertheilung des Wassers, kann nur durch besonders dazu anzustellende Wässerungsknechte, unter der Aufsicht der Lokalverwaltungsbehörde, geschehen, und darf nie den Interessenten selbst überlassen werden, da diese sonst hierbei unvermeidlich in Streitigkeiten gerathen würden.

Die im §. 10 zu ertheilenden Bestimmungen für die Einrichtung und Behandlung der Wehre finden auch volle Anwendung bei den zum Behufe der Bewässerungen anzulegenden Stauungen.

Die Besitzer früherer kleiner Bewässerungsanstalten in dem Umfange einer anzulegenden, allgemeinen, größeren Anstalt

Digitized by Google

brauchen zu den Kosten dieser neuen Anstalt nichts beizutragen, sofern sie ihnen keine größeren Vortheile verschafft; dagegen haben sie auf Entschädigung Anspruch zu machen, wenn ihre früheren Vortheile dadurch geschmälert werden. Eben so haben diejenigen Mühlenbesitzer, oder andere zur Benutzung des betreffenden Wassers Berechtigte, Anspruch auf Entschädigung zu machen, wenn ihnen durch solche Anstalten Wasser entzogen wird. Als entzogen erscheint aber nur dasjenige Wasser, welches neben der Mühle oder einer anderen berechtigten Anstalt vorbeigeleitet wird; dagegen findet für dasjenige Wasser, welches durch die Benutzung zur Bewässerung etwa mehr verdunstet oder von dem Boden eingezogen wird, keine Entschädigung statt, sofern das sich, in dem unterhalb der bewässerten Fläche gelegenen Entwässerungsgraben, sammelnde Wasser der betreffenden Mühle ꝛc. zufließt. Denn eines Theils ist es sehr zweifelhaft, daß die Berechtigung zur Benutzung eines Gewässers für den Betrieb einer an einem bestimmten Orte gelegenen Mühle oder sonstigen Anstalt den Gebrauch dieses Wassers oberhalb derselben einschränken darf; andern Theils ist jener Verlust nur klein und schwer zu ermitteln; endlich erfordert es die allgemeine Wohlfahrt, daß jene der Errichtung nützlicher Anstalten entgegenstehenden Hindernisse, und hierunter besonders zweifelhafte Verhältnisse, welche nur Stoff zu ewigen Prozessen darbieten, entfernt werden.

§. 9. Gesetzliche Bestimmungen in Beziehung auf die Erleichterung und Ausdehnung der Schifffahrt.

Zur Erzielung der durch die Schifffahrt zu erlangenden Vortheile hat das Wasserbaupersonal, nach Anleitung des Abschnittes IX. §. 7, ein Schifffahrtssystem zu entwerfen, und alle diejenigen Arbeiten, welche zu dessen Realisirung der ökonomische Effekt vorschreibt, auf Kosten des Staates auszuführen.

Die bei der Benutzung der Schifffahrtsanstalten nöthigen Regulative, in Beziehung auf die Schifffahrt selbst sowohl, als

Digitized by Google

auch in Beziehung auf die Benutzung des Wassers zur Durchschleußung der Schiffe in den Flüssen und zur Speisung der Schifffahrtskanäle, sind von der Verwaltungs- und Wasserbaubehörde gemeinschaftlich aufzustellen; endlich finden die im folgenden §. vorzuschlagenden Bestimmungen in Beziehung auf die Einrichtung und Behandlung der Wehre auch ihre Anwendung auf die mit den Schifffahrtschleußen zu verbindende Stauungen.

§. 10. Gesetzliche Bestimmungen für die Anlegung von Stauen in die Bette der Bäche und Flüsse, so wie für die Benutzung des Wassers zum Betriebe von Maschinen.

Da Ueberfallwehre allenthalben nachtheilig sind, wo in der oberhalb derselben gelegenen Thalfläche schädliche Ueberschwemmungen vorkommen, so sind dieselben an diesen Stellen sämmtlich nach und nach in Schleußenwehre zu verwandlen, und über den Zeitpunkt, so wie über die Verpflichtung zu dieser Verwandlung genaue Bestimmungen zu ertheilen. Sollte dagegen der seltene Fall eintreten, wo eine theilweise Ablassung räthlich erscheint, so sind in die Ueberfallwehre Fluthschleußen einzusetzen.

Da ferner das Aufschlagwasser nirgends so hoch aufgestaut werden darf, daß dadurch Versumpfung entsteht, so sind die sämmtlichen Wehre zu untersuchen, und diejenigen, welche durch ihre Höhe Versumpfung erzeugen, sind bis auf die durch das Wasserbaupersonal zu bezeichnende Höhe herunterzulegen. Ferner ist diese Höhe, so wie die bestehende Höhe aller übrigen Wehre, zur Verhütung eigenmächtiger Erhöhungen, mit Aichpfählen zu bezeichnen, und nach jeder Veränderung an einem Wehre ist seine Höhe durch das Wasserbaupersonal mit der Höhe des dazu gehörigen Aichpfahles zu vergleichen.

Sobald die Fluth eintritt, sind die Eigenthümer der Wehre zum Ziehen der in denselben befindlichen Fluthschleußen verbunden; wird dies von ihnen unterlassen, so hat die Ortsobrigkeit dieses Oeffnen alsbald bewirken zu lassen und die Bestrafung der betreffenden Mühleneigenthümer zu veranlassen.

Digitized by Google

Alle an Bächen und Flüssen vorkommende Staue, sie mögen zum Behufe der Zuführung von Wasser für die Gewerbe von Städten und Dörfern, zur Bewässerung von Ländereien, zur Schifffahrt oder zum Betriebe von Maschinen bestimmt sein, sind unter die besondere Aufsicht des Staatswasserbaupersonales zu stellen; dagegen bleiben die an den Mühlwerken für die Benutzung des ihnen gesetzlich zuerkannten Gefälles zu treffenden Einrichtungen den Eigenthümern derselben gänzlich überlassen.

Da hiernach die Bestimmung des Gefälles für jede solche Anstalt von der Wasserbaubehörde abhängt, so sind Prozesse vor den Gerichten über diesen Gegenstand nicht weiter zulässig, und es finden nur Beschwerden gegen Bestimmungen der unteren Stellen vor den höheren Stellen dieser Behörde statt.

Das Wasserbaupersonal hat ferner die Stellen auszumitteln, an welchen, der Entwässerung der betreffenden Flußgebiete unbeschadet, und ohne Nachtheil für die bereits bestehenden und zunächst zu errichtenden Anstalten, zur Benutzung des Wassers noch Wasserräder zum Betriebe von Maschinen angelegt werden können. Ueber die Anlegung solcher Wasserräder an diesen Stellen hat dann die Verwaltungsbehörde das Weitere und zwar dergestalt zu verfügen, daß der möglichst große Nutzen aus diesen Anlagen gezogen werde.

§. 11. Organisation der Wasserbaubehörde.

Die Erlangung aller derjenigen Vortheile, welche nach dem Inhalte dieser Blätter mittelst des Wasserbaues zu erlangen sind, hängt von einer zweckmäßigen Einwirkung des vom Staate zu diesem Behufe zu bestellenden Wasserbaupersonales ab, und diese Einwirkung muß dann weiter geregelt werden durch eine zweckmäßige Organisation des Geschäftsganges in diesem Zweige der Staatsverwaltung.

Es ist zwar nicht zu läugnen, daß manches wohlthätige hydrotechnische Werk auch ohne die hier betreffende Organisation und selbst durch Personen zu Stande gekommen ist, welche für den Wasserbau nicht gebildet waren. Allein dies geschah nur

Digitized by Google

elten und gewöhnlich nur durch einzelne kräftige Freunde der allgemeinen Wohlfahrt, und im Kampfe mit den widerstrebenden Gesetzen und organischen Staatsformen; dagegen muß es der Zweck der hier zu entwickelnden Organisation sein, jene Ausnahmen zur Regel zu machen, oder zu bewirken, daß alle jene Vortheile möglichst vollständig und als nothwendige Folge dieser Organisation erlangt werden.

Fassen wir, zur Gewinnung eines Ueberblickes, die vom Staatswasserbaupersonale zu verrichtenden Geschäfte zusammen:

1. Nur so weit die im Staate vorkommenden Gewässer nach der im §. 3 enthaltenen Klassifikation Privatflüsse bilden, bleibt deren Behandlung ihren Besitzern überlassen, sofern sie nicht für allgemeine Zwecke in Anspruch genommen worden sind. Die Behandlung der übrigen Gewässer, so weit die Unterhaltung ihrer Bette den betreffenden Gemeinden, den Aemtern, den Provinzen oder dem Staate obliegt, kann nur unter der Aufsicht des Wasserbaupersonales geschehen. Hiervon sind

a) diejenigen Arbeiten, welche den Gemeinden, Aemtern, Provinzen und dem Staate obliegen, vom Wasserbaupersonale unmittelbar; dagegen aber

b) jene Arbeiten, welche den mit ihren Grundstücken an öffentliche Gewässer anstoßenden Privaten obliegen, durch diese Privaten, nach Anleitung des Wasserbaupersonales, oder mittelbar durch dasselbe auszuführen.

2. Die Anlegung und Erhaltung aller Anstalten zur Abwendung von Schäden, welche Gewässer zu verursachen drohen, geschieht durch die Wasserbaubehörde auf Kosten des Staates, oder derjenigen Gemeinde, Provinz oder Korporation, zu deren Nutzen diese Anstalten zunächst gereichen.

3. Die Anlegung und Unterhaltung aller Anstalten zur Benutzung des Wassers für einzelne Zwecke geschieht,

a) wenn diese Anstalten dem Staate, ganzen Provinzen, Aemtern, Gemeinden oder öffentlichen Korporationen angehören, auf Kosten derselben durch das Wasserbaupersonal;

Digitized by Google

b) wenn dieselben einzelnen Provitaten oder Privatkorporationen angehören, durch diese, nach Anleitung des Wasserbaupersonales.

4. Die Aufrechthaltung der Polizeigesetze zum Schutze des Graswuchses, der Weidenpflanzungen ꝛc. an den Ufern und Dämmen, so wie zur Abführung der Fluthen durch das Oeffnen der Schleußen ꝛc., liegt zunächst dem Wasserbaupersonale ob, und sind alle Vergehen gegen dieselben von diesem Personale, wie auch von den Gemeindevorständen, vor die betreffenden Polizeibehörden zu bringen.

Zur Vollziehung dieser Geschäfte sind in Staaten von mehr als ½ Million Bewohnern folgende 6 Klassen von Personen nöthig:

1. Handarbeiter; diesen sind, so oft als es angeht, die Arbeiten in Verding zu geben und nur ausnahmsweise sind selbe im Taglohne anzustellen; letzteres aber nie ohne die beständige Gegenwart eines tüchtigen Aufsehers.

Zur Construktion von Faschinenwerken, zur Bildung von Stein- und Rasendossirungen und zur Erdplanirung sind hierzu besonders eingeübte Leute nöthig, welche nach Maasgabe ihrer größeren Geschicklichkeit einen höheren Lohn erhalten.

2. Wässerungs- und Schleußenknechte, Deich- und Uferwärter: zur Vertheilung des Wassers bei den Bewässerungen, zum Oeffnen und Schließen der Schifffahrtschleußen, zur Wartung und Beaufsichtigung der Deiche, Uferbauwerke und Weidenpflanzungen ꝛc.; es sind hierzu zuverlässige Leute aus den geschickteren Wasserbauarbeitern auszuwählen, welche auf längere Zeit angestellt und zur Handhabung der Polizeivorschriften in Pflichten genommen werden; ihre Anzahl mißt sich nach den zu verrichtenden Geschäften und der Ausdehnung der zu pflegenden Anstalten ab.

3. Bauaufseher für Neubauten und für die Unterhaltung der bestehenden Werke. Bei jedem Neubau von einiger Bedeutung ist wenigstens einer nöthig; außerdem wird die Unterhal-

Digitized by Google

tung einer angemessenen Anzahl von Wasserbauwerken anderen Aufsehern übertragen, und zu diesem Behufe jede Provinz in Aufseherbezirke eingetheilt. Zu Aufsehern können sowohl tüchtige Wasserbauarbeiter, Schleußenknechte, Deichwärter ꝛc. aufrücken, als auch wissenschaftlich gebildete junge Leute angestellt werden, welche sich dem Wasserbaue widmen und praktische Erfahrungen auf dem Werkplatze sammeln wollen.

4. Baukondukteure; diese sind bestimmt, die geometrischen und hydrotechnischen Aufnahmen zu bewirken, Baupläne auszuarbeiten, Voranschläge aufzustellen, die Aufseher anzustellen und zu kontrolliren, die von diesen aufgestellten oder bescheinigten Kostenrechnungen zu revidiren, festzustellen und anzuweisen ꝛc.

5. Provinzial-Wasserbaumeister; jeder derselben hat den Wasserbau einer ganzen Provinz zu leiten, zu dem Behufe die Geschäfte des untergeordneten Personales anzuordnen und zu kontrolliren, endlich die Correspondenz mit den Verwaltungsbehörden der Provinz und mit der technischen Centralbehörde zu führen.

6. Die technische Central-Wasserbaubehörde, welche entweder diesen Zweig der Staatsverwaltung allein, oder in Verbindung mit dem Straßenbaue zu leiten hat, ist unmittelbar unter das Ministerium des Innern zu stellen, und hat folgenden Geschäftskreis:

a) Die obere Aufsicht über die Vollziehung des Wasserbaugesetzes, und die Ertheilung und Veranlassung der zu diesem Behufe nöthigen allgemeinen Bestimmungen.
b) Die Entwerfung und obere Leitung der Ausbildung der allgemeinen Wasserbauanstalten, als des Schifffahrtsystems ꝛc.
c) Die Revision der wichtigeren Projekte der Provinzial-Wasserbaumeister.
d) Die Revision der technischen Gutachten dieser Beamten auf darüber eingelaufene Beschwerden.
e) Die Sorge für die gute Besetzung der Stellen im Wasserbaufache, so wie die Disziplin über das gesammte Wasserbaupersonal.

Digitized by Google

Die gute Besetzung aller dieser Stellen und die zweckmäßige Organisation dieser Behörde ist um so wichtiger, als im Wasserbaugesetze nur wenige scharfe Bestimmungen für das Detail gegeben werden können, und daher dieses gewöhnlich dem Gutachten der Provinzialbeamten überlassen bleiben muß. Dieses Gutachten muß aber vor allen Richterstühlen gesetzliche Kraft haben, und nur jenes der unteren Beamten kann einer Revision durch die höheren Beamten dieses Verwaltungszweiges unterliegen. —

Aus diesen Gründen ist ein besonderes Augenmerk auf die Bildung tüchtiger Wasserbaubeamte zu richten. Hierbei ist vor Allem darauf Rücksicht zu nehmen, daß besondere Naturanlagen, welche man vielleicht ein praktisch-mathematisches Urtheilsvermögen nennen könnte, demjenigen beiwohnen müssen, welcher den Zusammenhang der mittelst des Wasserbaues zu beherrschenden Naturgesetze übersehen soll.

Die zu erlernenden Hülfswissenschaften sind vorzüglich Mathematik, Naturkunde und Staatswirthschaft; dann ist nöthig Fertigkeit im Feldmessen, Nivelliren und Zeichnen; ferner muß sich derjenige, welcher sich diesem Fache widmet, für die Ausübung desselben durch die Aneignung der darin gesammelten Erfahrungen in Schriften und auf dem Werkplatze vorbereiten. Es würde daher darauf zu halten sein, daß jeder sich um eine höhere Stelle bewerbende junge Mann zuvor die unteren Grade durchgelaufen haben müßte. Am meisten aber wird es ankommen auf den Geist, welcher das Wasserbaupersonal belebt, und welcher größtentheils von der Centralbehörde ausgehen muß.

Die größte und nützlichste Wirksamkeit, im Sinne des hier entwickelten Wasserbaugesetzes, mit steter Rücksicht auf die Ausbildung der Wasserbaukunde, muß das Ziel des Strebens jedes einzelnen, in diesem Fache angestellten Beamten sein, und nach diesem Maasstabe muß das Verdienst gewürdiget und durch Auszeichnung aller Art der Eifer rege erhalten, auf der anderen Seite aber Nachläßigkeit, Unthätigkeit und Untreue eben so streng bestraft werden. Zu diesem Behufe ist die sorgfältigste Beob-

Digitized by Google

achtung der Geschäftsführung der sämmtlichen betreffenden Beamten von Seiten der Centralbehörde, und die strengste Gerechtigkeit in der Würdigung der einzelnen Beamten nothwendig.

Die richtige Beurtheilung des Wirkens dieser Beamten wird aber der Centralbehörde nur dann möglich sein, wenn dieselbe selbst aus Männern besteht, die früher in den unteren Graden gedient haben, und von demselben Geiste beseelt werden, welchen zu beleben und zu verbreiten sie bestimmt sind.

In dem Maase, als der Ehrgeiz des betreffenden Personales für diesen höheren Zweck in Anspruch genommen wird, in demselben Maase wird er von Irrwegen abgelenkt, und so wird indirekt der Habsucht und dem Betruge vorgebeugt werden, welche Verirrungen auf das sorgfältigste zu entfernen, und zu diesem Behufe jedem Dienstgrade ein Einkommen gesichert werden muß, welches mit dem Einkommen der gleichen Dienstgrade der anderen Verwaltungszweige in das möglichste Gleichgewicht gestellt ist.

Da jede Anordnung, welche den Wasserbau betrifft, viele Ortsverhältnisse berücksichtigen muß, welche nur an Ort und Stelle genau erkannt und gewürdiget werden können, und das Aufnehmen von Plänen und Nivellements sehr zeitraubend und kostspielig ist: so müssen die meisten Bestimmungen durch die Lokal-Wasserbaubeamten auf den Grund der zur Beurtheilung der Gegenstände durchaus nöthigen Lokaluntersuchungen ertheilt, und nur zu wichtigeren, eines genauen Ueberblickes auf dem Papiere bedürfenden, Projekten vollständige Pläne ausgearbeitet und dem Provinzial-Wasserbaumeister vorgelegt werden.

Die Provinzial-Wasserbaumeister, erhalten von den Conducteurs oder Lokal-Wasserbaubeamten Rapporte über ihre Beschäftigungen, und verfügen sich zur Revision derselben und zur Prüfung der mitgetheilten Projekte und Vorschläge allenthalben hin, um zur Vermeidung der Schreiberei auf den Bauplätzen selbst das Nöthige einzusehen und anzuordnen.

Digitized by Google

Bei dem Verleger dieses Werks sind ferner erschienen und in allen guten Buchhandlungen um die beigesetzten Preise zu haben:

Der Verfassungsfreund, ein Landtagsblatt für Deutschland. Herausgegeben von Chr. E. Graf v. Bentzel-Sternau. Erster Band, 16 bis 88 Heft. Preis jeden Heftes von 3 Bogen in gr. 8. 18 kr. oder 4 ggr.

Dasselbe. Zweiter Bd. 16 Heft. gr. 8. 1831. geh. 18 kr. oder 4 ggr. (Regelmäßig alle 14 Tage bis 3 Wochen erscheint ein Heft und man macht sich wenigstens auf die Annahme eines Bandes von 8 Heften verbindlich.)

Mein ist die Welt. Lustspiel in 5 Akten, vom Verfasser des goldenen Kalbes, Chr. E. Graf v. Bentzel-Sternau. 22½ Bogen in 8. 1831. geh. 2 fl. 24 kr. oder 1 Rthl. 8 ggr.

Kurhessische Verfassungsurkunde vom 5. Januar 1831. geh. 4 ggr. oder 18 kr.

Kurzgefaßter Inhalt der kurhessischen Landesverfassung für den Bürger und Bauer, wie er es leicht verstehen kann. 1831. geh. 2 ggr. oder 9 kr.

Kurhessens freudige Zukunft, dem treuen Volke verbürgt in der am 5. Januar 1831 erschienenen Landesverfassung. Zeitgemäße Bemerkungen eines Hanauer Bürgergardisten. 1831. geh. 4 ggr. od. 18 kr.

Nachträge hierzu, nebst höflicher Antwort an einen groben Recensenten. geh. 2 ggr. oder 9 kr.

Gross, E., Sermon, composé á l'occasion de la Constitution civile, proclamée dans la Hesse-Electorale; prononcé dans l'église Vallonne de Hanau le 9. janv. 1831. geh. 12 kr.

Noch etwas über die hessischen, besonders Hanauischen Zollverhältnisse. 1831. geh. 2 ggr. oder 9 kr.

Konstitutionswalzer für das Pianoforte, komponirt von E. S. Götz. 2 ggr. oder 9 kr.

Semper lustig! Nunquam traurig! Sammlung von auserlesenen Toast's und Gesundheiten für fröhliche Gesellschaften in allen Ständen. Zusammengestellt durch einen Ungenannten auf dieser Welt, dem es hier sehr wohl gefällt! 1831. geh. 6 ggr. oder 24 kr.

Freihold, Bernh., für Freunde dramatischer Kunst. 1831. geh. 14 ggr. oder 1 fl.

Gesundheits-Magnet, der, oder das Nützlichste in der Haushaltung. Kurzer, faßlicher Unterricht, vermittelst des Magnets alle Schmerzen des Körpers zu heilen. Ein Werkchen, worin das Magnetisiren mit dem künstlichen Magnete auf's deutlichste zergliedert ist, wie solches kräftig wirkt auf alle leidende Theile des menschlichen

Digitized by Google

Körpers. Frei nach dem Englischen bearbeitet, mit zwei Kupfertafeln. 1831. geh. 6 ggr. oder 24 kr.

Der Sybillen Weissagungen und Prophezeihungen, oder Salomonischer Schlüssel zur Zukunft ꝛc. Aus dem Polnischen übersetzt. 2te Auflage. 8. 1831. geh. 4 ggr. oder 18 kr.

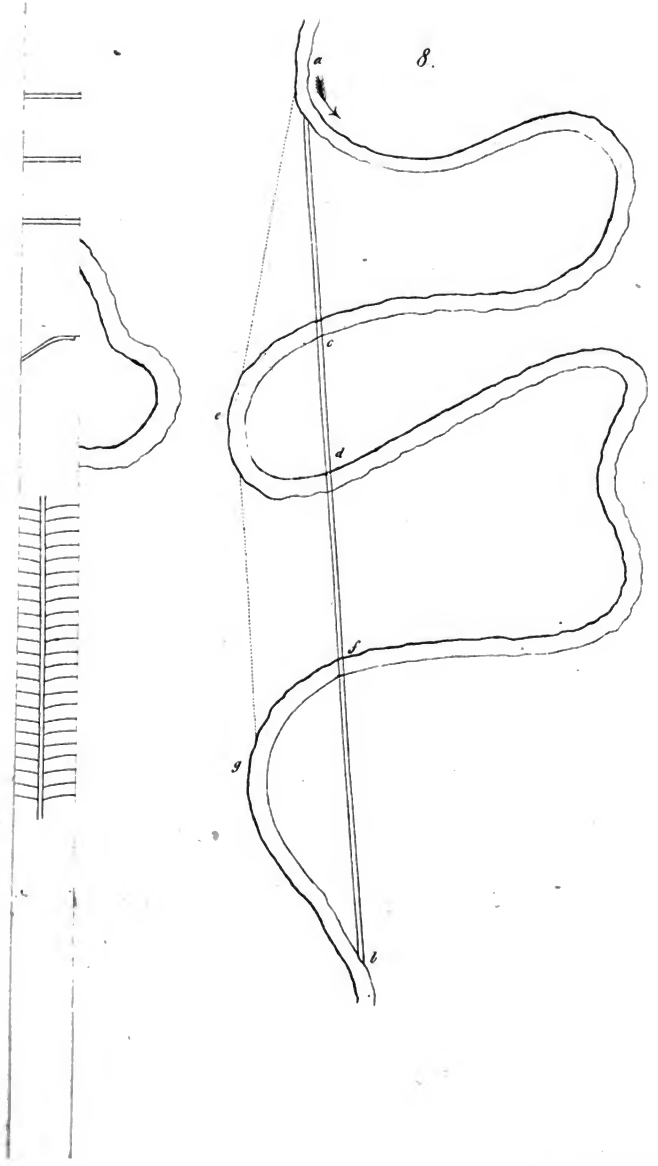
Müller, Herm., Ueber Gemeindeverfassung, zunächst für Kurhessen und in Beziehung auf die daselbst einzuführende Städte- und Gemeindeordnung ꝛc. gr. 8. 1831. geh. 12 ggr. oder 48 kr.

Friedrich König,
Buchhändler in Hanau.

Verbesserungen.

Seite 34, Zeile 5 v. u. lies Pechmann statt Perchmann.
„ 64, „ 2 v. u. „ auf statt aus.
„ 87. „ 12 v. o. „ die Benutzung der Erdfläche zu statt die Benutzung zu.

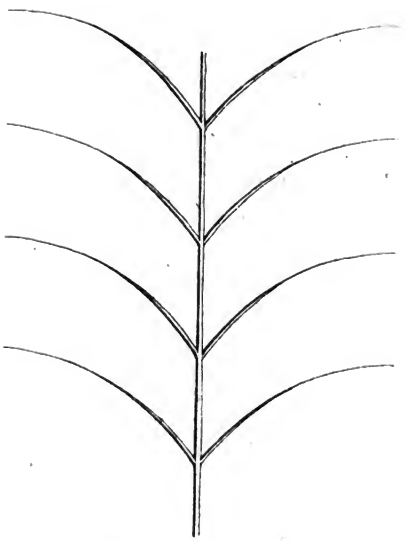
Digitized by Google


8.
a
c
d
e
f
g
b

Digitized by Google

12.

17.

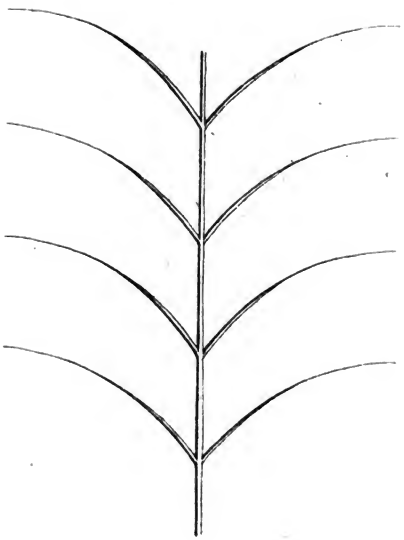


Digitized by Google

Digitized by Google

12.

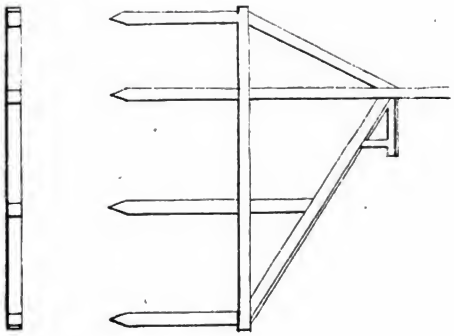
17.



Digitized by Google

Digitized by Google

24.

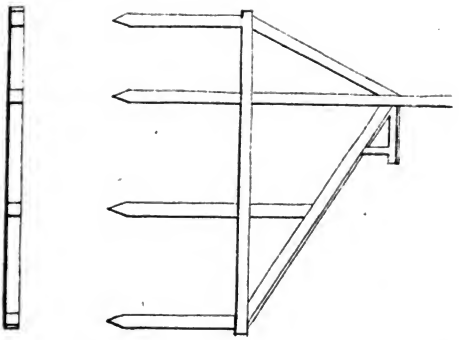


25.

26.

Digitized by Google

24.



25.

26.

Digitized by Google

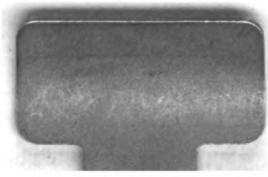
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google